Trilce
ACADEMIA

¡Tu mejor opción!

Curso: **BIOLOGÍA**

Tema: **BIOENERGÉTICA**

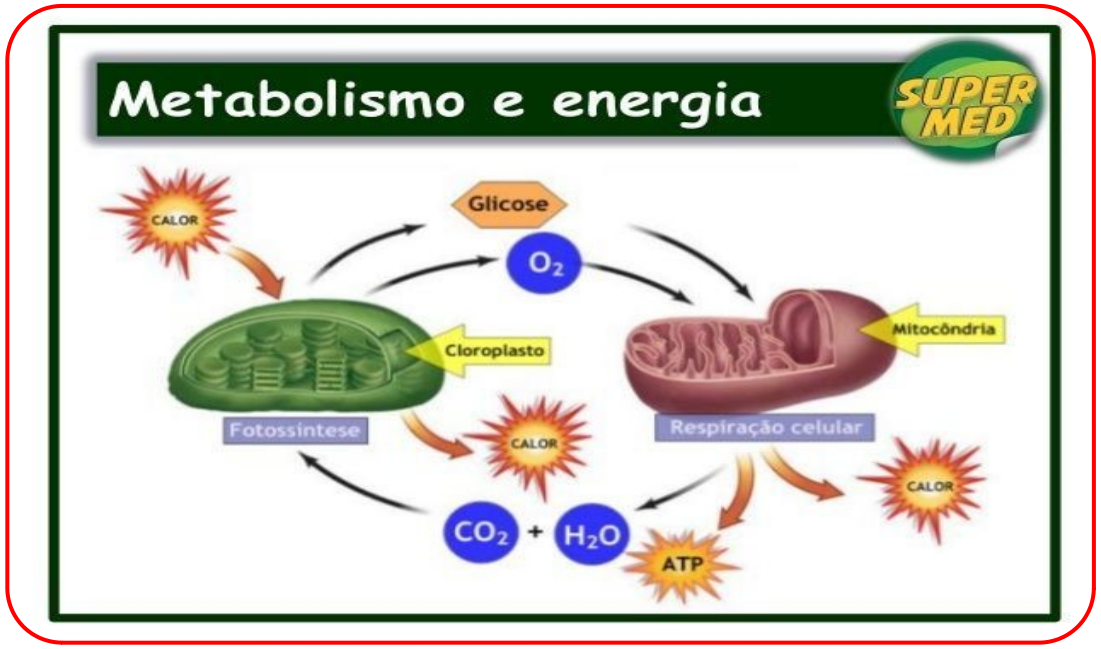
Ciclo **Intensivo – San Marcos**

Semana: **05**

BIOENERGÉTICA

BIOENERGÉTICA

- Es considerada una rama de la Biología, encargada de analizar los mecanismos que realizan los diversos organismos para abastecerse de energía, la cual será empleada en las funciones vitales.

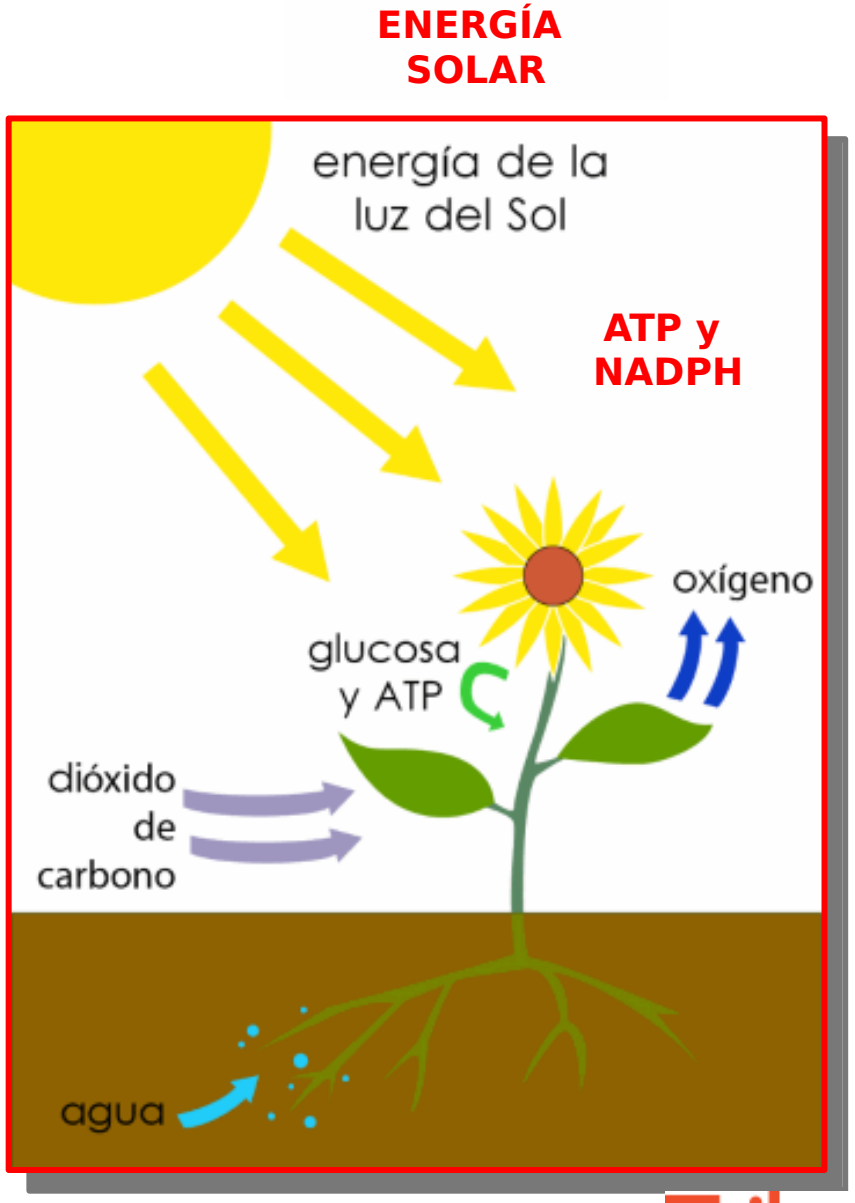


Trilce
ACADEMIA

FOTOSÍNTESIS

FOTOSÍNTESIS

- Proceso por el cual se capta energía solar y se transforma en energía química (ATP) y en compuestos reductores (NADPH).
- Con éstos compuestos se transforma el agua y CO_2 en compuestos ORGÁNICOS reducidos como: glucosa, aminoácidos y ácidos grasos.
- Se libera oxigeno.
- Metabólicamente: es un **proceso anabólico** (de síntesis).
- Energéticamente: es un **proceso endergónico** (consume energía)



Trilce ACADEMIA

ECUACIÓN GENERAL

- Doce moléculas de H_2O se descomponen, de tal manera que los hidrógenos (H+) pasan a formar glucosa y H_2O residual.
- El O_2 molecular es liberado a la atmósfera como producto de la fotólisis del agua.
- Las 6 moléculas de CO_2 son reducidas y utilizadas en la formación de la glucosa (C6 H12 O6) y 6 átomos de oxígeno forman agua residual.
- La luz solar aporta la energía para llevar a cabo este proceso.

FOTOSÍNTESIS (Fórmula Resumida)

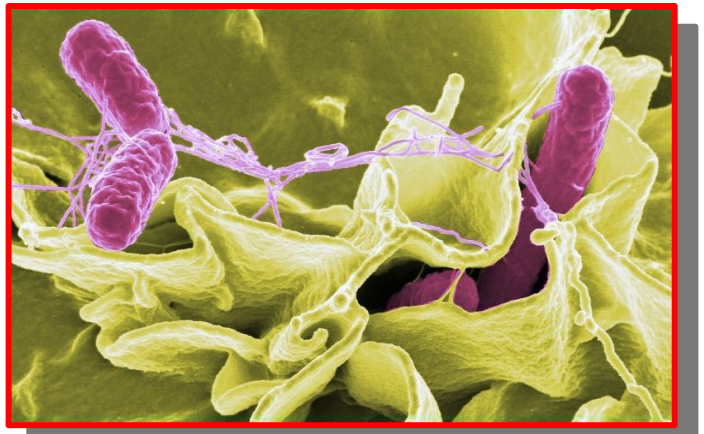
Trilce ACADEMIA

ORGANISMOS FOTOAUTÓTROFOS

PLANTAS

ALGAS

CIANOBACTERIAS



SULFOBACTERIAS

FERROBACTERIAS

NITROBACTERIAS

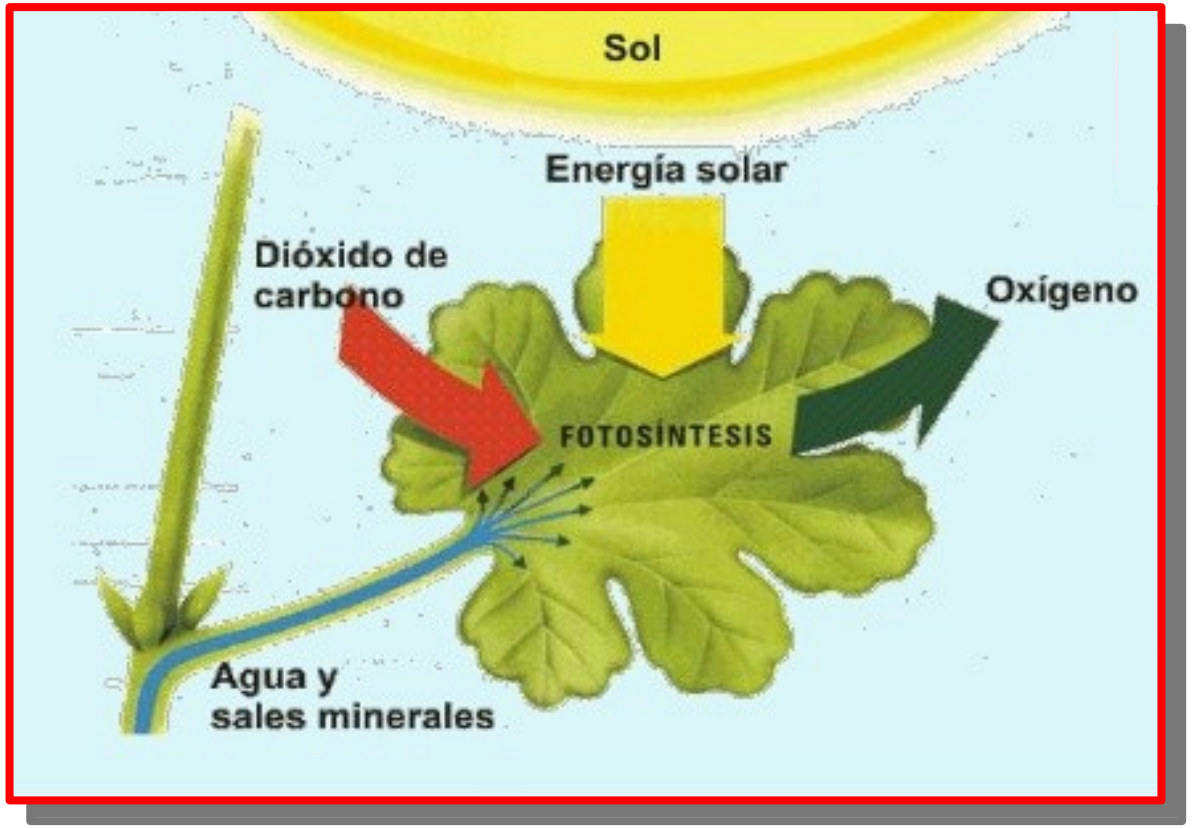
Trilce
ACADEMIA

ELEMENTOS

ELEMENTOS

Entre los elementos que requiere la fotosíntesis se tiene a :

- La energía luminosa
- El agua
- El CO2
- Diversas enzimas
- Pigmentos fotosintéticos

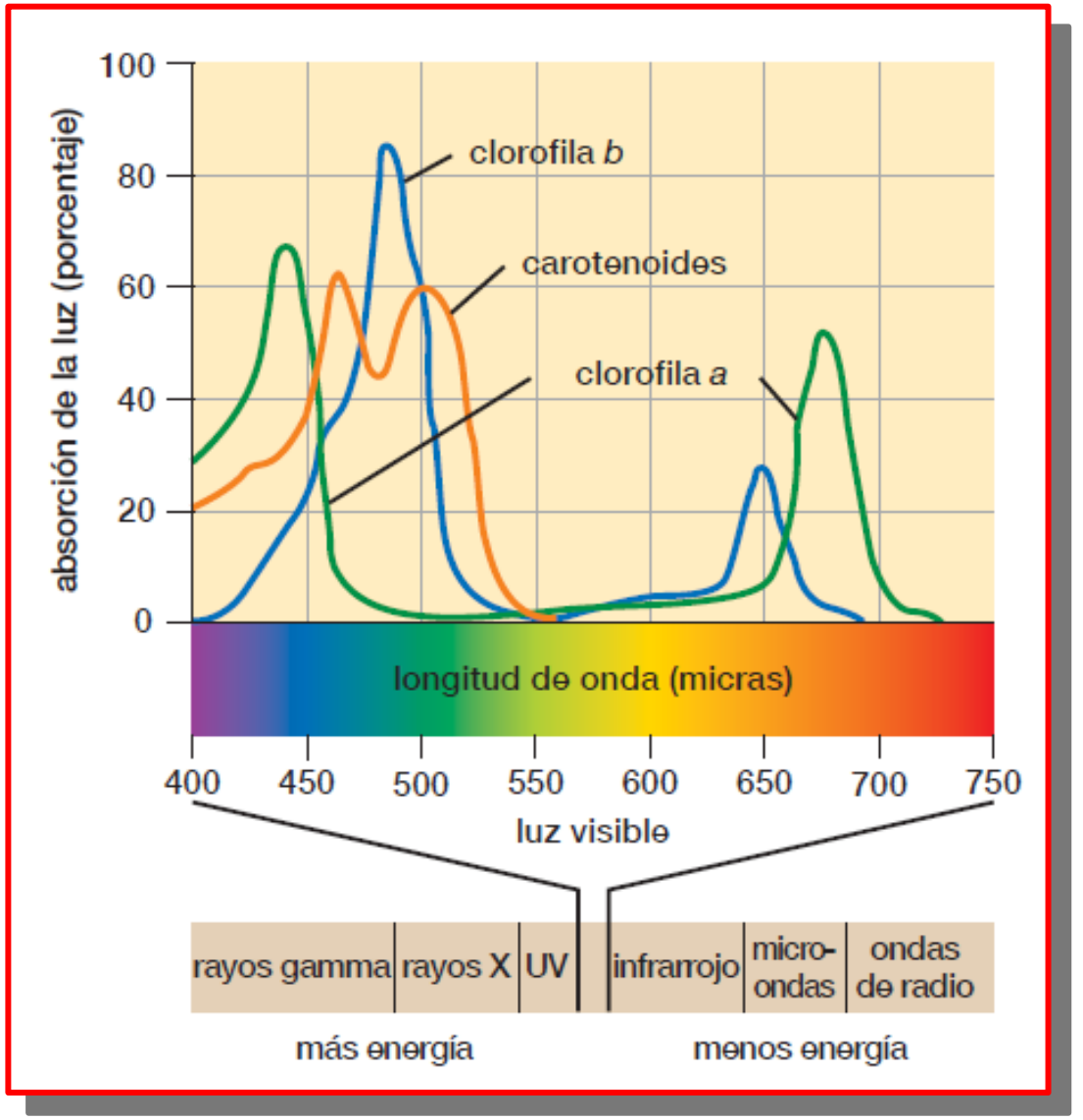


Trilce ACADEMIA

LUZ VISIBLE

- La luz visible es de color blanco y está constituido de siete colores.
- Su longitud de honda se encuentra entre los 400 nm. y los 700 nm.
- A mayor longitud de honda la luz tiene menor energía.

Fotón: es un paquete de energía que al actuar en el magnesio de la clorofila le produce un estado de excitación liberando un electrón.



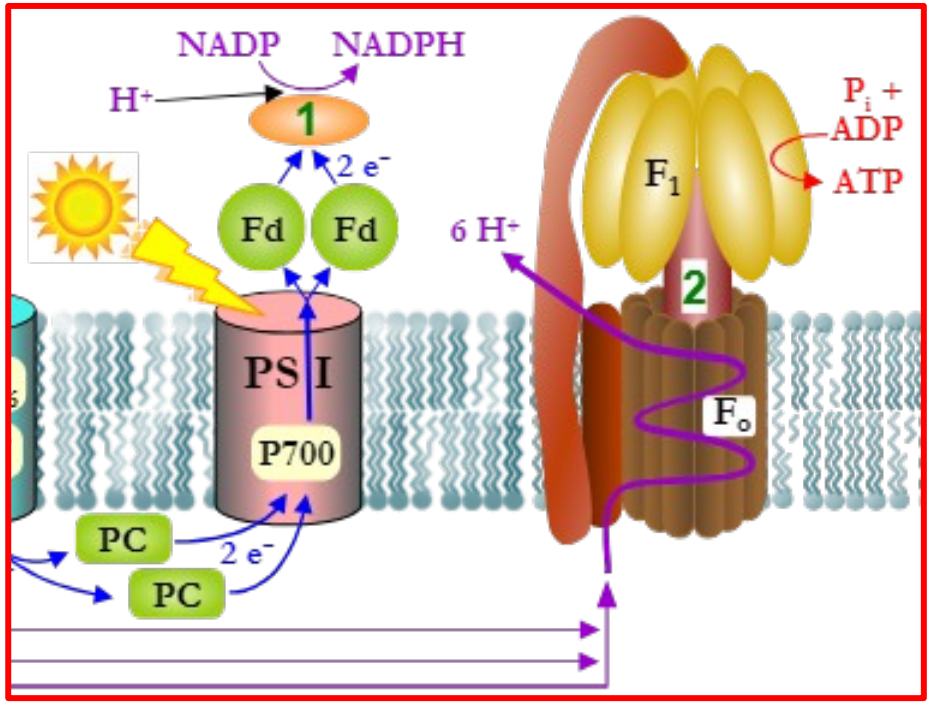
Trilce ACADEMIA

COENZIMAS

Moléculas biológicas que activan enzimas, como **nucleótidos** que *transportan e-*:

<u>Fotosíntesis</u>:

- $NADP^+ + e- \rightarrow NADPH$



NADPH o NADP, también conocida como Nicotiamida-Adenina Dinucleotido fosfato, es una coenzima utilizada en la fase de fijación del dióxido de carbono de la fotosíntesis (ciclo de Calvin) que se encarga de reducir el CO2 a carbón orgánico (Es una coenzima y recibe hidrógenos para convertirse).

Trilce ACADEMIA

PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS

Sustancias capaces de absorber la luz.

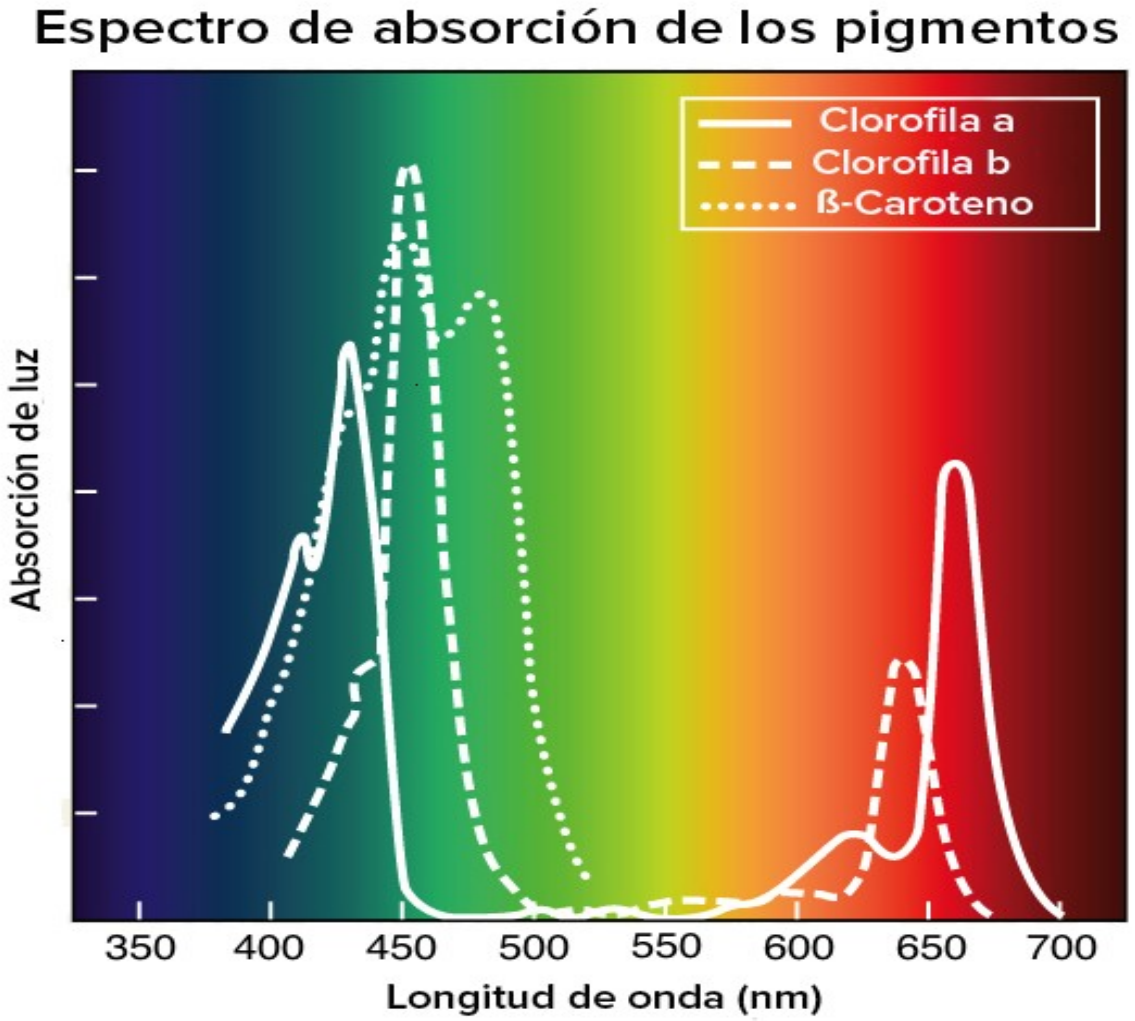
En el proceso fotosintético participan 3 tipos:

-Clorofila : luz roja y azul violeta

-Carotenoide: luz amarilla, roja y púrpura.

-Ficobilinas: luz azul o roja

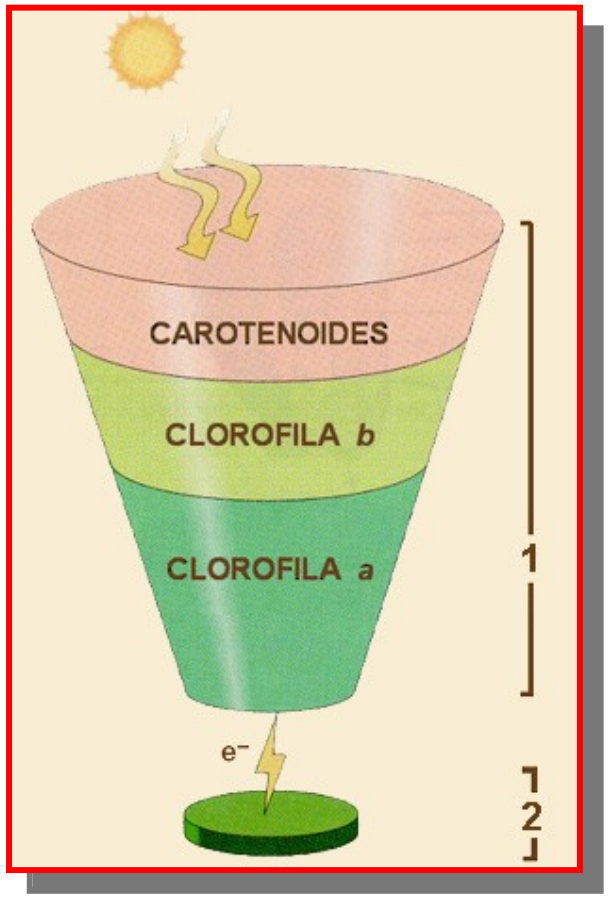
Se localizan en el cloroplasto (tilacoides).

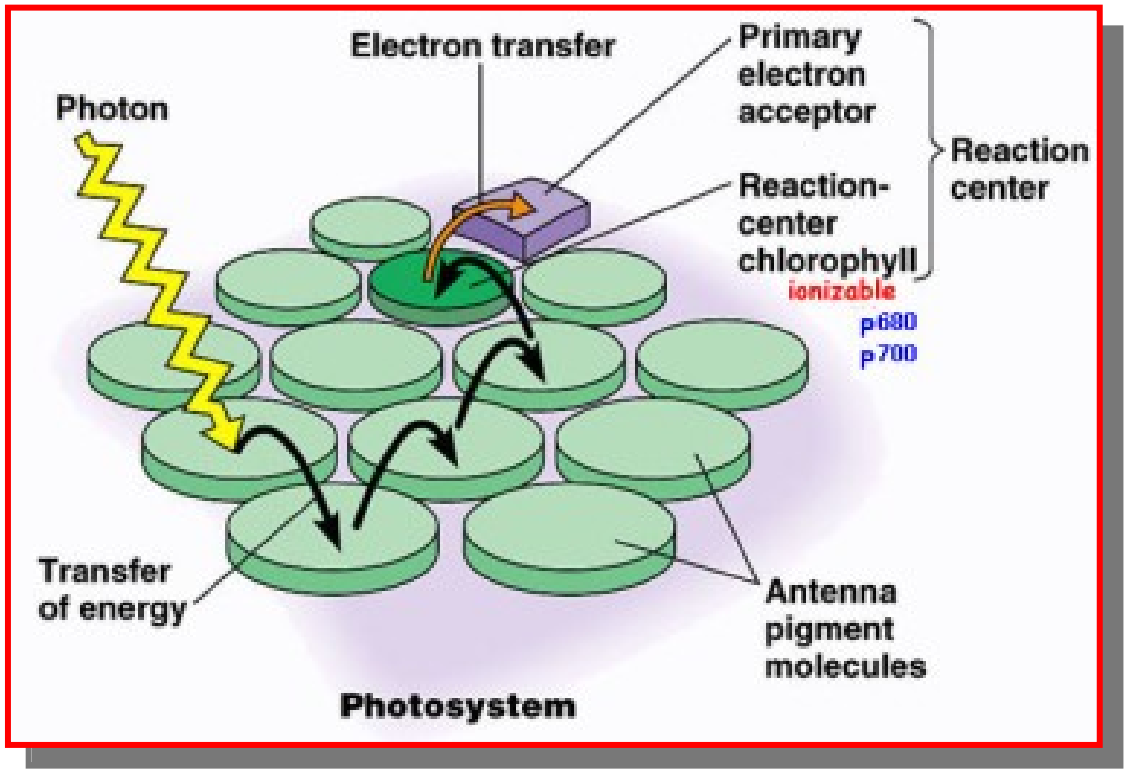


Trilce ACADEMIA

PIGMENTOS ACCESORIOS

Capturan la energía lumínica (fotón)
y lo llevan al centro de reacción:
clorofila.





Trilce
ACADEMIA

TIPOS DE FOTOSÍNTESIS

FOTOSÍNTESIS OXIGÉNICA

$$H_2O \rightarrow 2H^+ + 2e^- + 1/2\ O_2$$

$$6\ CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

1. H_2O dadora de hidrógenos (electrones y protones).
2. CO_2 como aceptor.
3. Se desprende O_2 como consecuencia de la fotólisis del H_2O.
4. Vegetales algas y cianobacterias.
5. Intervienen dos fotosistemas y dos fases, cíclica y acíclica.

Trilce ACADEMIA

FOTOSÍNTESIS ANOXIGÉNICA

$$H_2S \rightarrow 2H^+ + 2e^- + S$$

$$CO_2 + 2H_2S \rightarrow CH_2O + H_2O + 2S$$

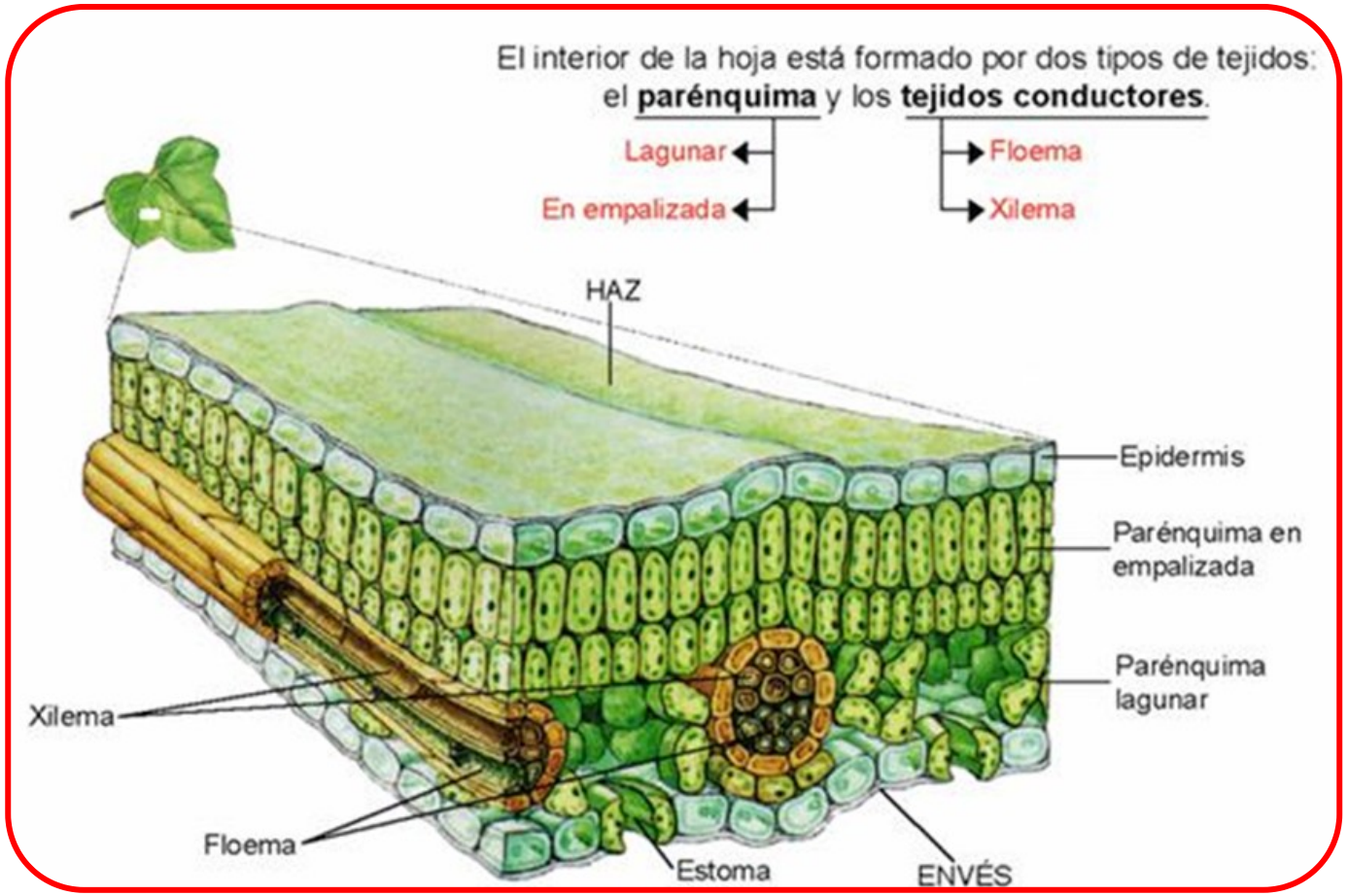
1. Dadores de hidrógenos (electrones y protones) compuestos como el ácido sulfhídrico o láctico.
2. Nitratos y sulfatos como aceptores.
3. No liberación de O_2.
4. En bacterias rojas del azufre y bacterias verdes del azufre.
5. Interviene el fotosistema I y la fase cíclica.

Trilce ACADEMIA

LOCALIZACIÓN

LOCALIZACIÓN

- Parénquima clorofiliano
  - (plantas)
- Plecténquima
  - (algas)
- Mesosomas
  - (bacterias)
- Laminillas fotosintéticas
  - cianobacterias)

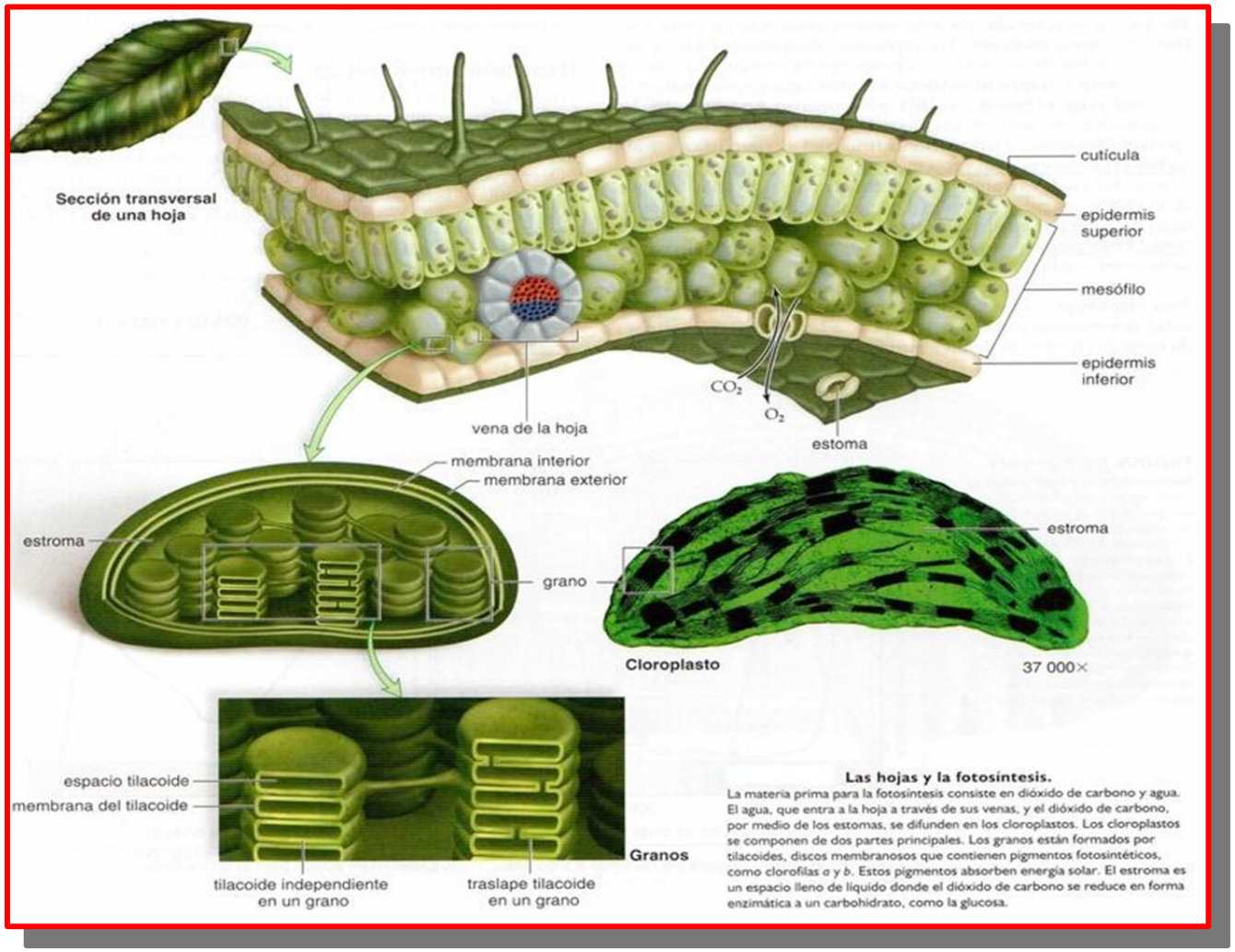


Trilce ACADEMIA

CLOROPLASTO

Organela bimembranosa con:

- **Tilacoides** (fase luminosa)
- **Estroma** (con enzimas para la fase oscura).

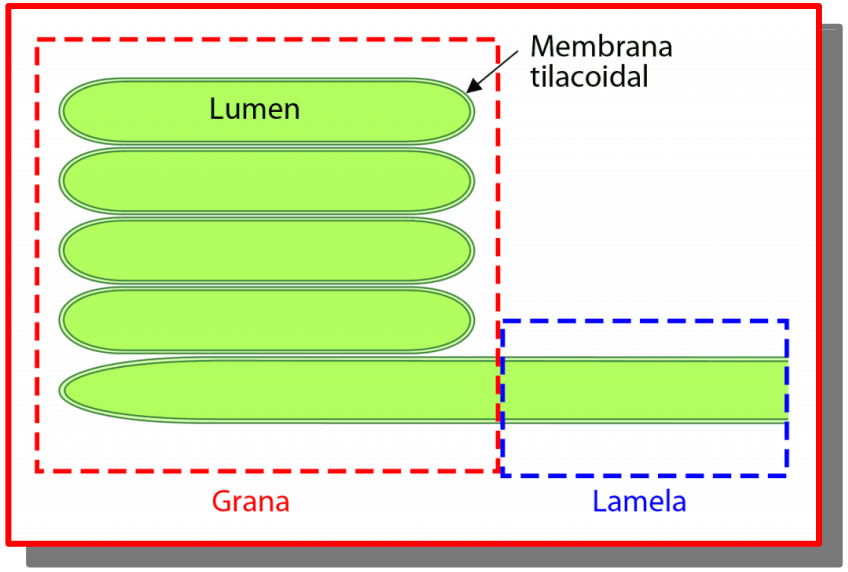


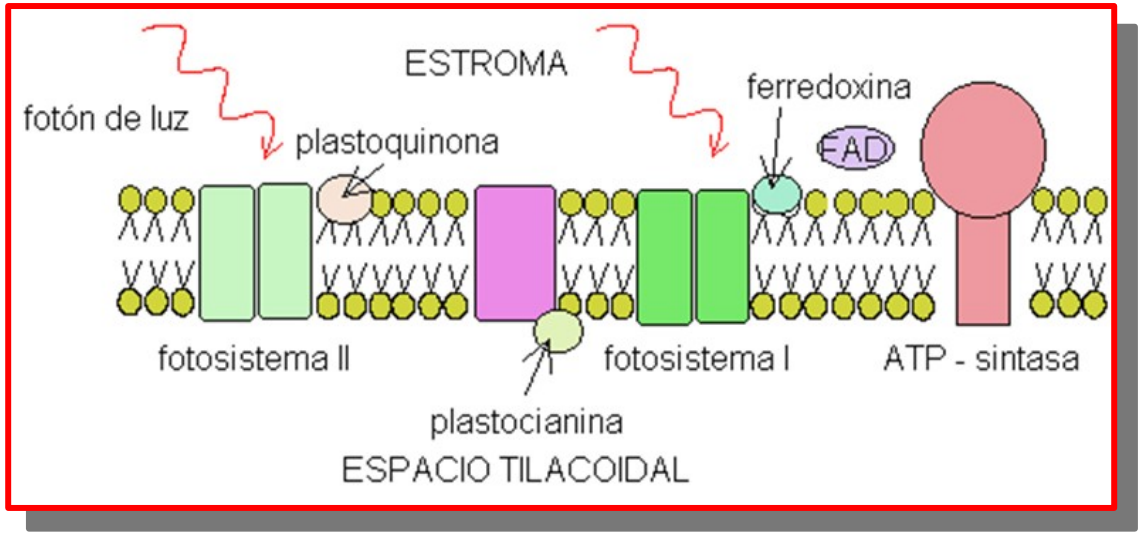
Trilce ACADEMIA

TILACOIDES

- Constituido por: **membrana tilacoidal y espacio intratilacoidal.**
- En la membrana tilacoidal se localizan los cuantosomas, considerados como las unidades fotosintétias.
- Los **CUANTOSOMAS** están constituidos por el fotosistema I y el fotosistema II.

FOTOSISTEMAS: Son paquetes de pigmentos (clorofila y carotenoides) asociados a moléculas transportadoras de electrones.

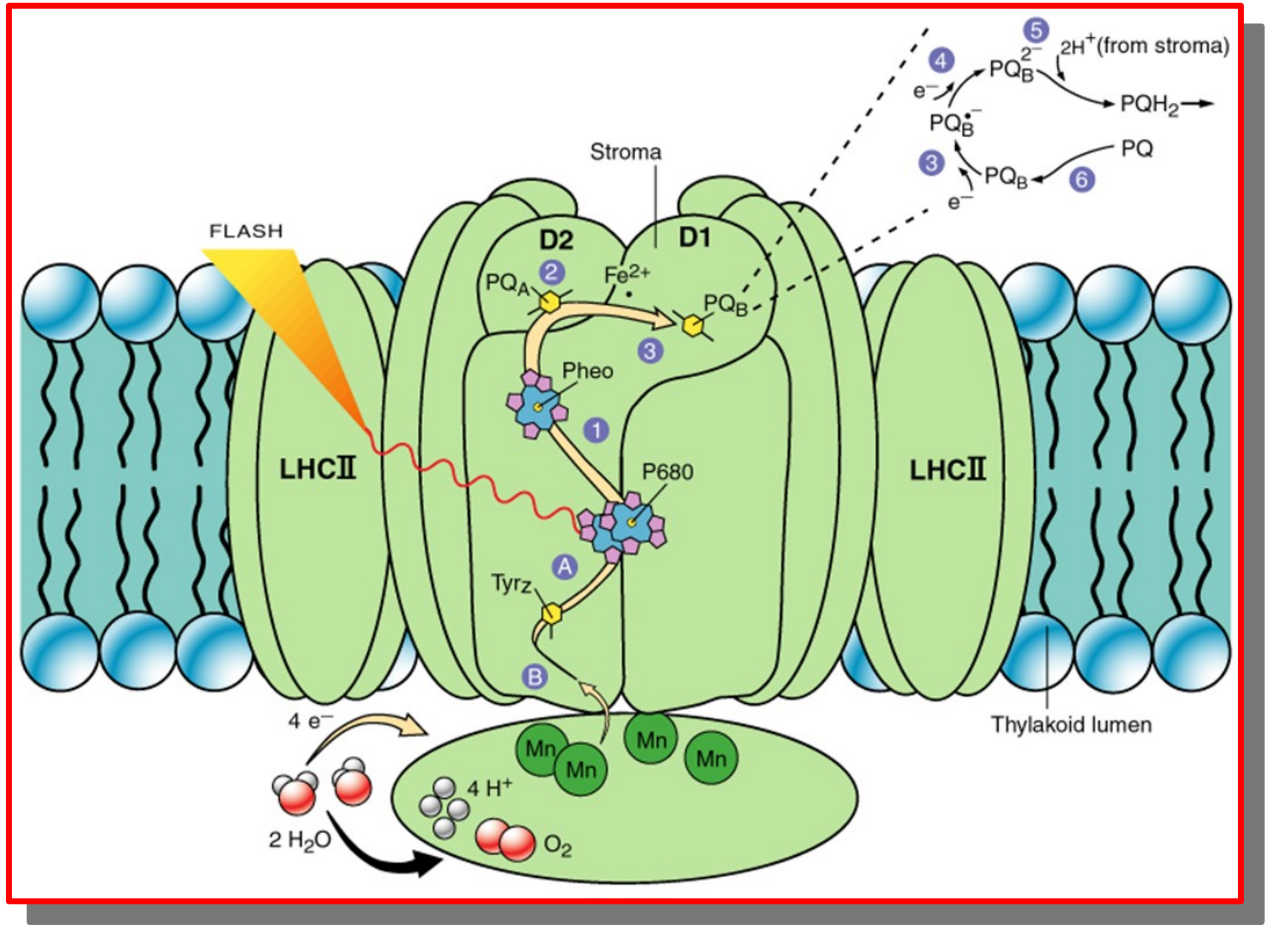




Trilce ACADEMIA

FOTOSISTEMA II

- Se realiza la fotofosforilación acíclica o lineal.
- Genera dos ATP y una molécula de O2
- Obtiene electrones de la fotólisis del agua.
- La energía que se libera en el transporte de electrones se utiliza para bombear protones de hidrógeno desde el estroma hasta el interior del tilacoide



Trilce ACADEMIA

FOTOSISTEMA I

- Se realiza la fotofosforilación cíclica.
- Genera $2NADPH^{+} + H^{+}$ y una molécula de ATP.
- Obtiene electrones del fotosistema II.

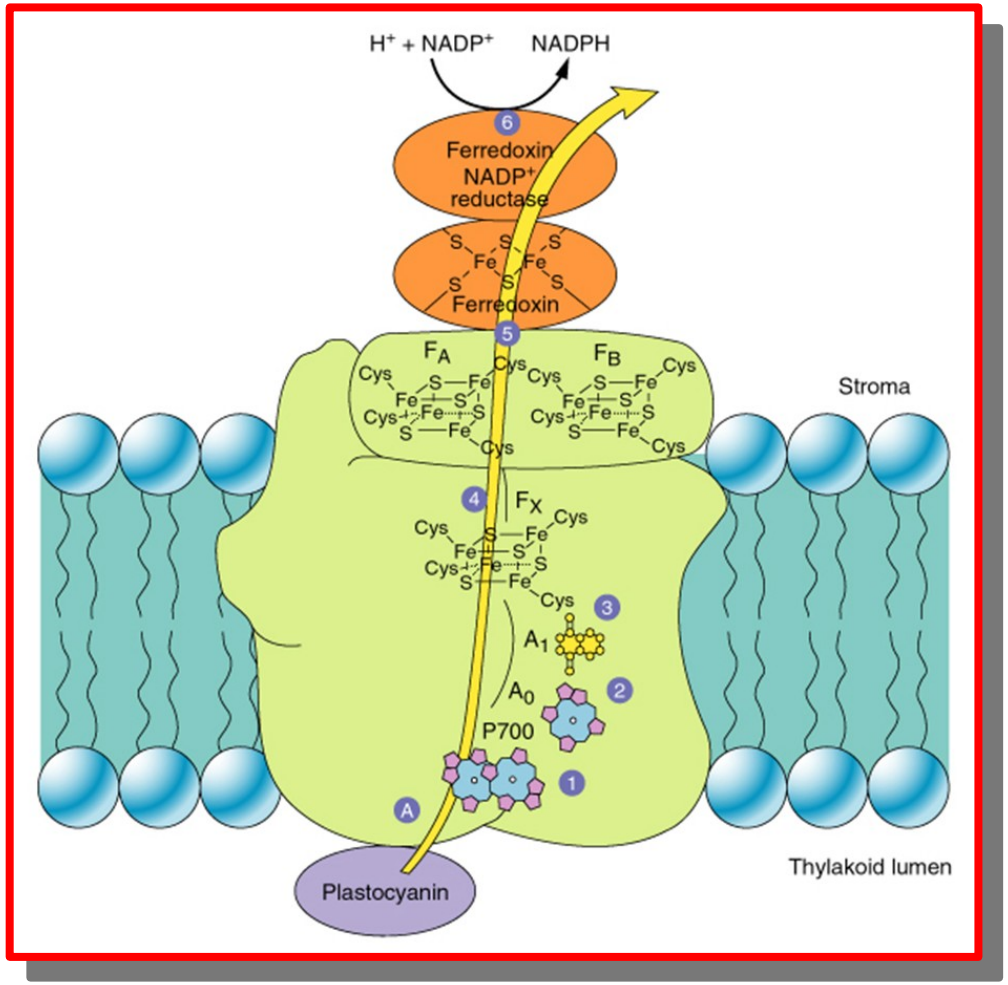
N=nicotinamida

A= adenina

D= dinucleótido

P= fosfato

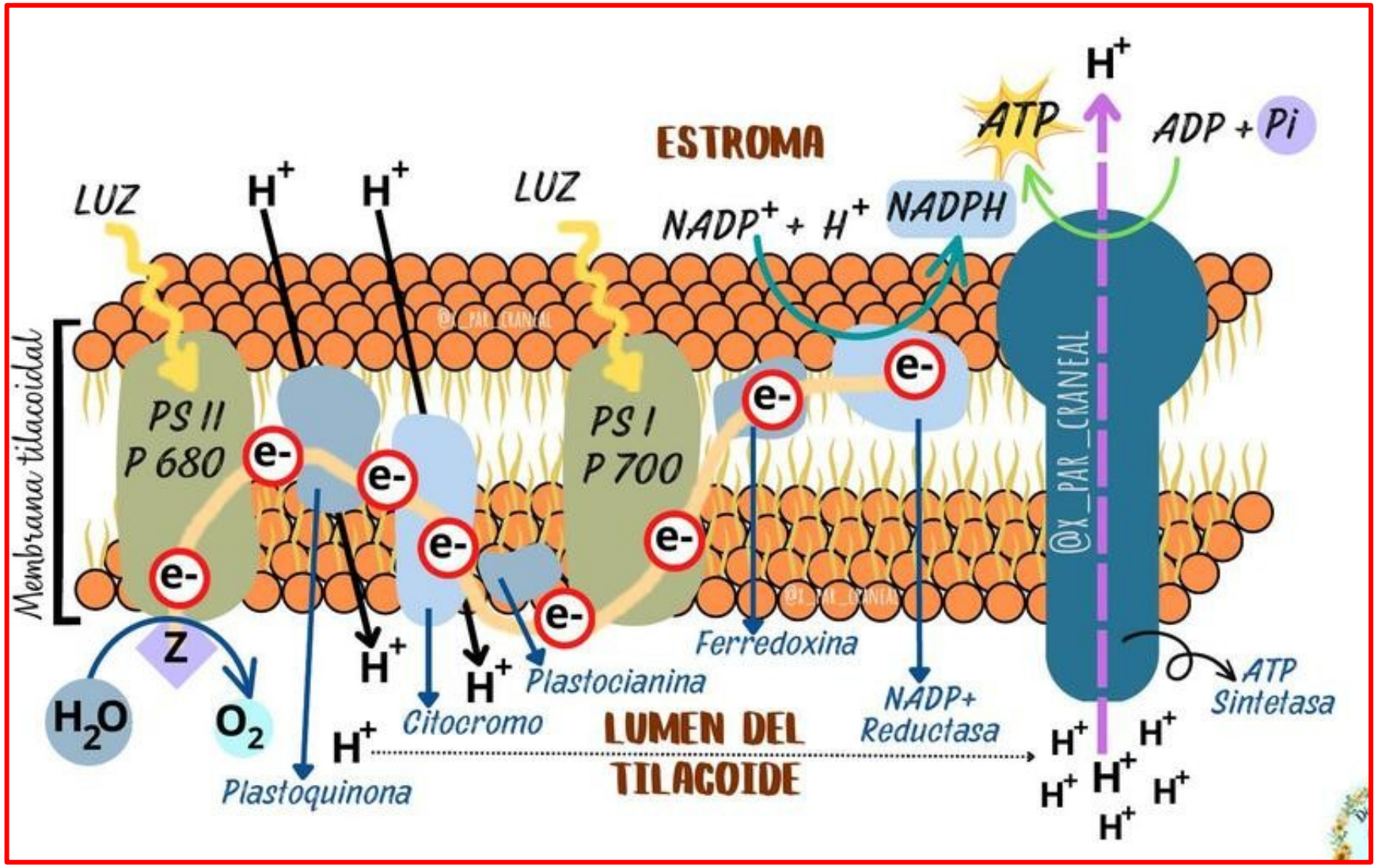
NADP (coenzima): es un transportador de electrones y un potente reductor.



Trilce ACADEMIA

FASE LUMINOSA

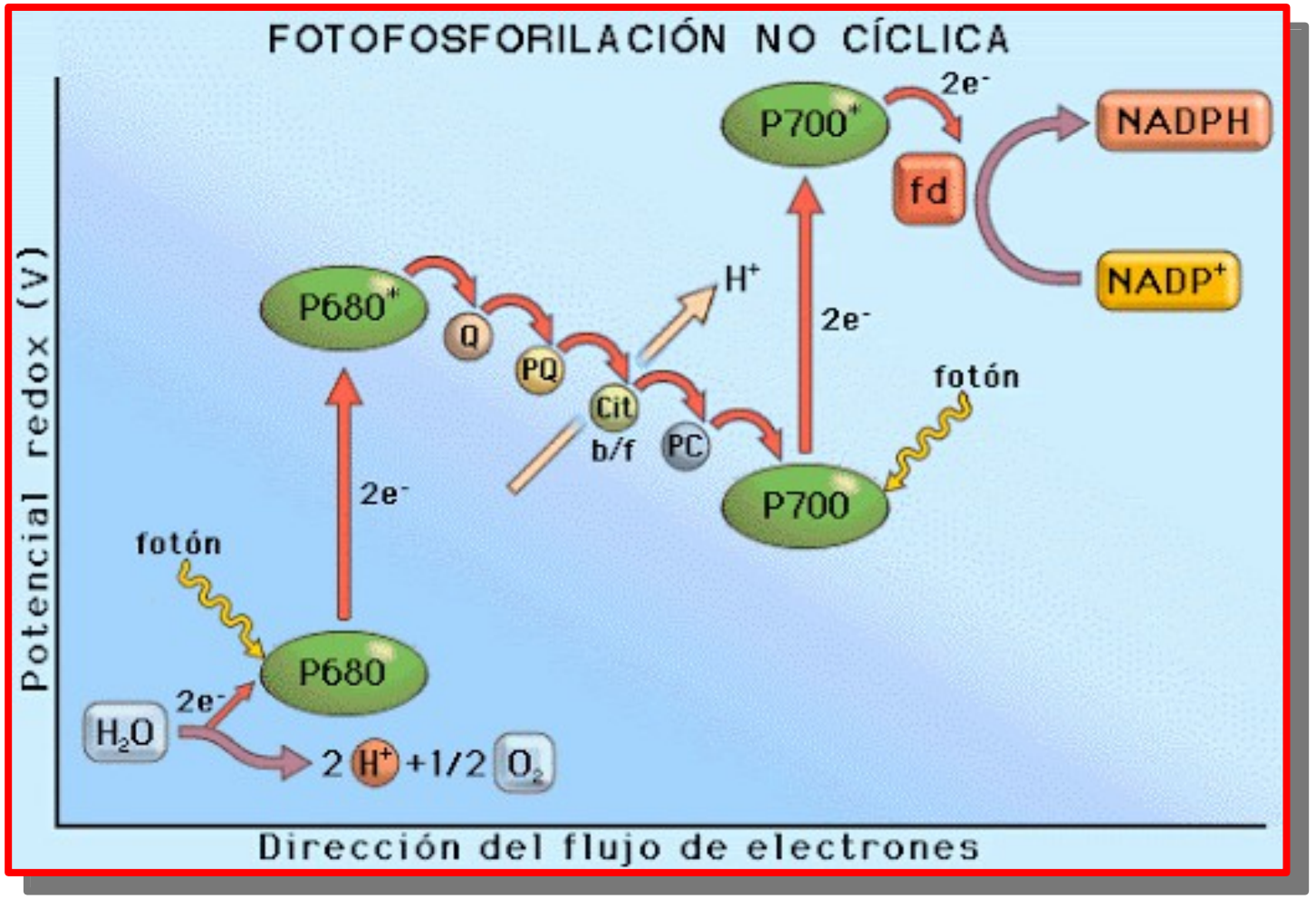
FASE LUMINOSA



Trilce
ACADEMIA

FOTOFOSFORILACIÓN ACÍCLICA

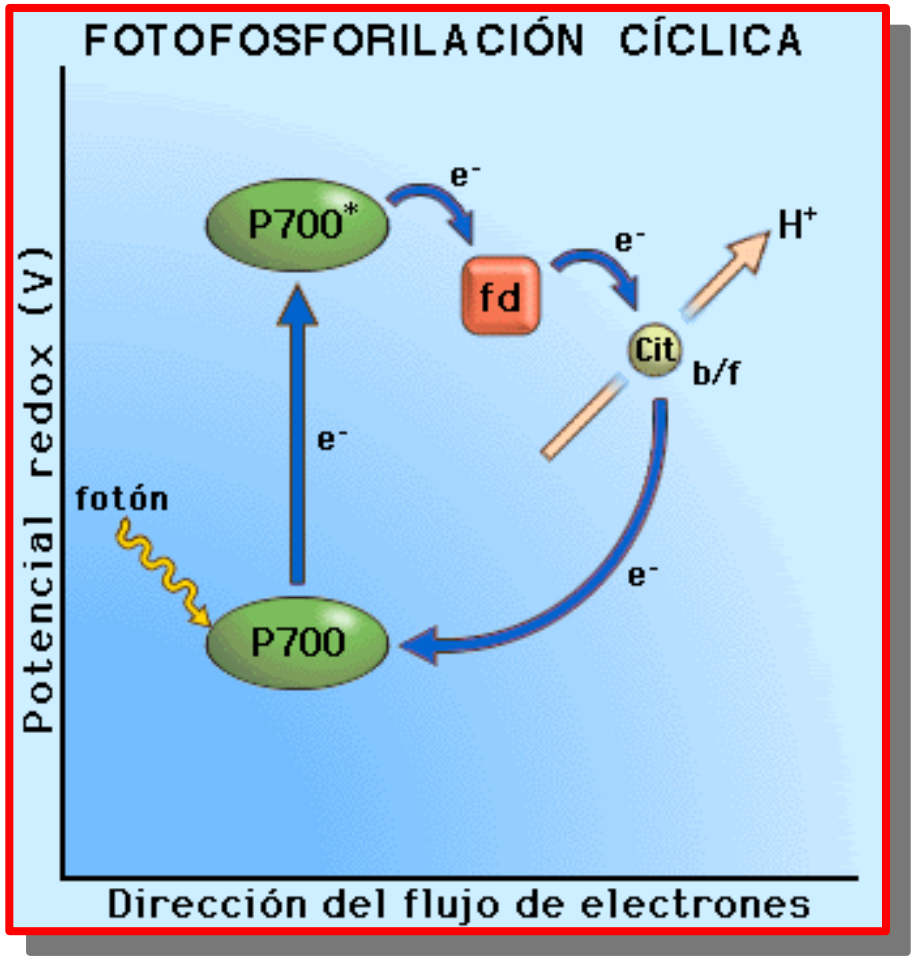
Intervienen los dos fotosistemas y se obtiene ATP y NADPH. Se libera oxigeno.



Trilce ACADEMIA

FOTOFOSFORILACIÓN CÍCLICA

Interviene solo el fotosistema I y solo se obtiene ATP, no se libera oxigeno.



Trilce ACADEMIA

FASE OSCURA

RESUMEN

II. Fase oscura o biosíntesis.

- **Ocurre** en el estroma.
- Incluye al **ciclo de Calvin-Benson (***6 vueltas para formar 1 glucosa***)**
- **Productos: Glucosa**, NADP+ y ADP.

Usa el **NADPH2** y **ATP** de la **fase luminosa.**
Usa **CO2.**
Enzima: **RUBISCO**

1. FIJACIÓN DEL CARBONO

Se forma fosfoglicerato o ácido fosfoglicérico (PGA), al reaccionar la ribulosa-difosfato con el CO2 (mediado por la RUBISCO)

2. REDUCCIÓN

Se forma (fosfogliceraldehido o gliceraldehido-3-fosfato (PGAL), precursor de la glucosa.

3. SINTESIS

De los 12 (fosfogliceraldehido o gliceraldehido-3-fosfato (PGAL), 2 son precursores de la glucosa y 10 pasan a la etapa de regeneración

4. REGENERACIÓN

10 (PGAL), pasan a formar nuevamente a la ribulosa 5 fosfato

Nota:
Para formar 1 glucosa se requiere:
- **6 CO2**
- **12 NADPH2**
- **18 ATP**

Trilce ACADEMIA

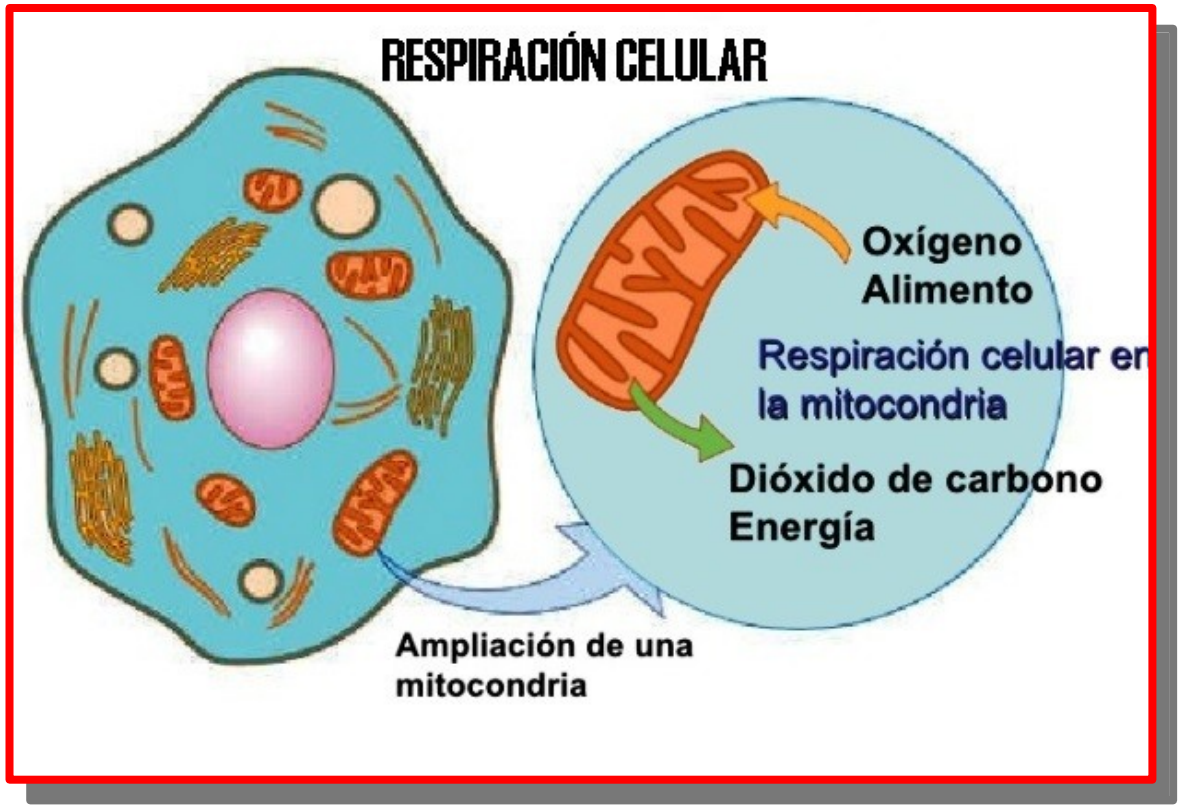
RESPIRACIÓN CELULAR

Trilce
ACADEMIA

¡Tu mejor opción!

DEFINICIÓN

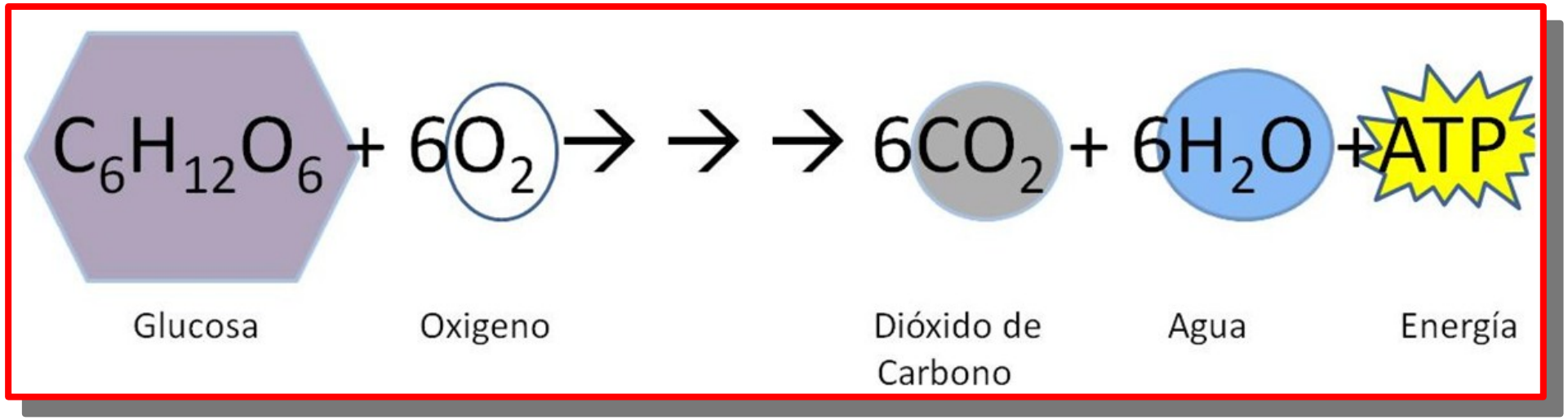
- Es un proceso bioquímico de tipo **catabólico** (destructivo) a través del cual, moléculas complejas como la glucosa se **degradan** para formar otras más simples como agua y anhídrido carbónico.
- Es un proceso típicamente **exergónico** porque **libera energía** en forma de ATP.
- Es la obtención de ATP por oxidación de moléculas orgánicas energéticas: glúcidos, lípidos, proteínas.



Trilce ACADEMIA

ECUACIÓN GENERAL

Esta ecuación representa a la respiración aeróbica, debido a que utiliza oxígeno, el cual actúa como agente oxidante de los compuestos orgánicos, quedando éstos posteriormente en la condición de compuestos inorgánicos, consiguiéndose una dosis de energía.



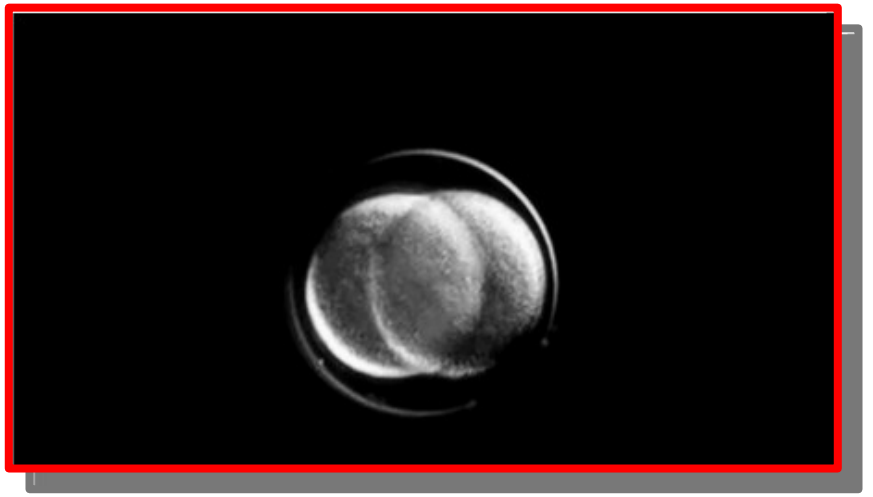
Trilce ACADEMIA

IMPORTANCIA BIOLÓGICA

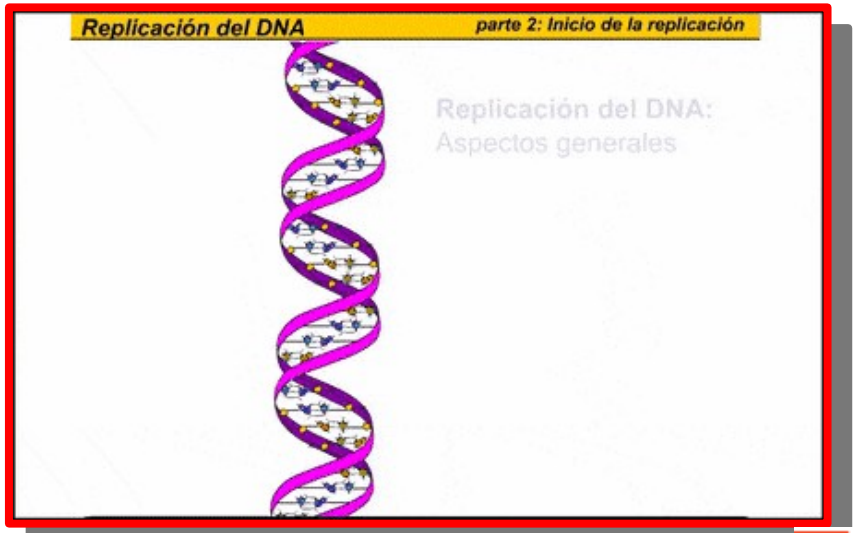
La energía es utilizada para el trabajo celular:

- División celular
- Replicación del ADN
- Síntesis de proteínas
- Transporte activo a través de la membrana
- Movimiento de cilios y flagelos
- Contracción muscular
- Transporte en masa, etc.

DIVISIÓN CELULAR



REPLICACIÓN DEL ADN



Trilce ACADEMIA

TIPOS DE RESPIRACIÓN CELULAR

Anaeróbica

- **No utiliza oxígeno.**
- Es propio de organismos menos evolucionados como bacterias y levaduras.
- Es un proceso sencillo
- Su aceptor de hidrógenos y electrones es

  una sustancia diferente al O2
- **Produce sólo 2 ATP.**

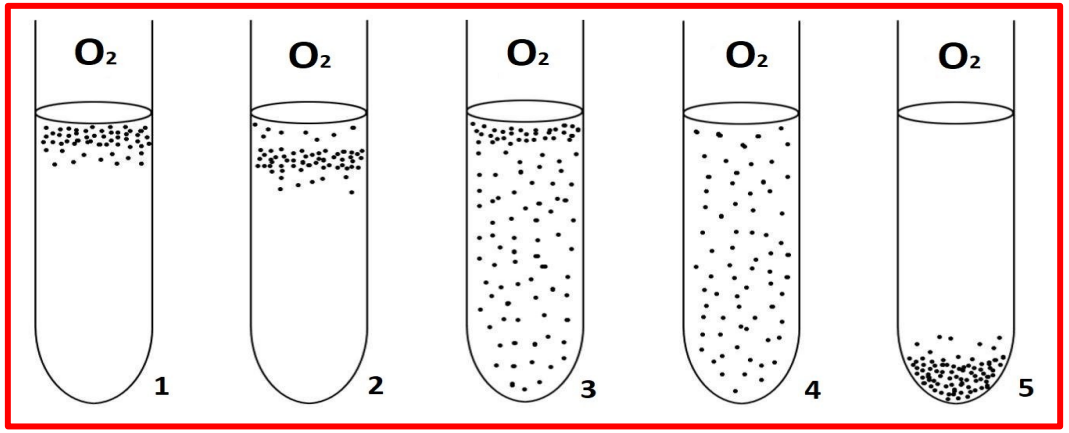
Aeróbica

- **Utiliza oxígeno**
- Es propio de organismos más evolucionados como vegetales, animales y protistas.
- Es un proceso complejo
- Su aceptor de hidrógenos y electrones

  es el O2
- **Produce 36 – 38 ATP.**

NOTA

1-Aeróbios estrictos
2-Microaerófilos
3-Anaeróbios facultativos
4-Anaerobios aerotolerante
5-Anaeróbios estrictos



Trilce COLEGIO

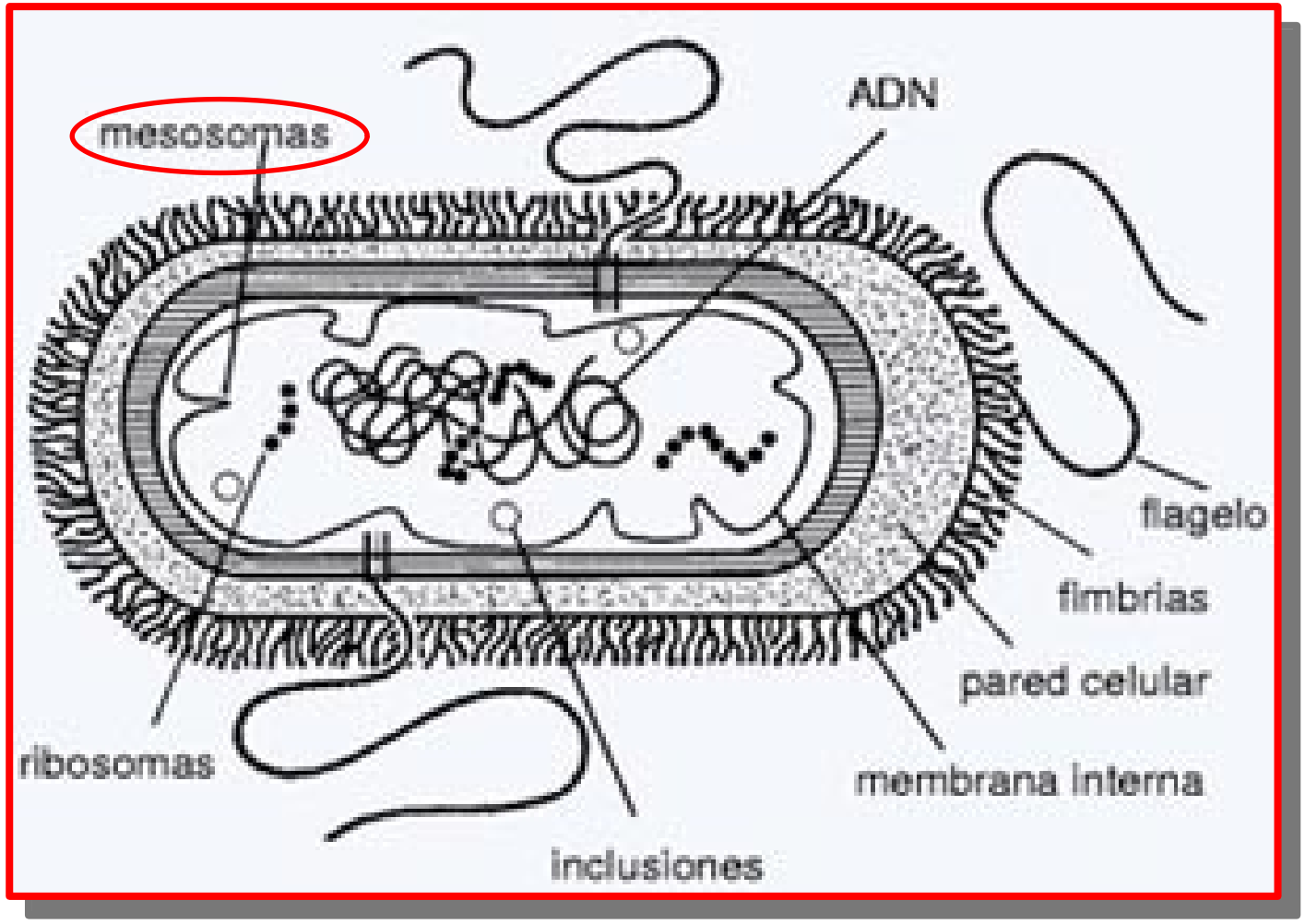
LOCALIZACIÓN

Trilce
ACADEMIA

¡Tu mejor opción!

EN LA CÉLULA PROCARIOTA

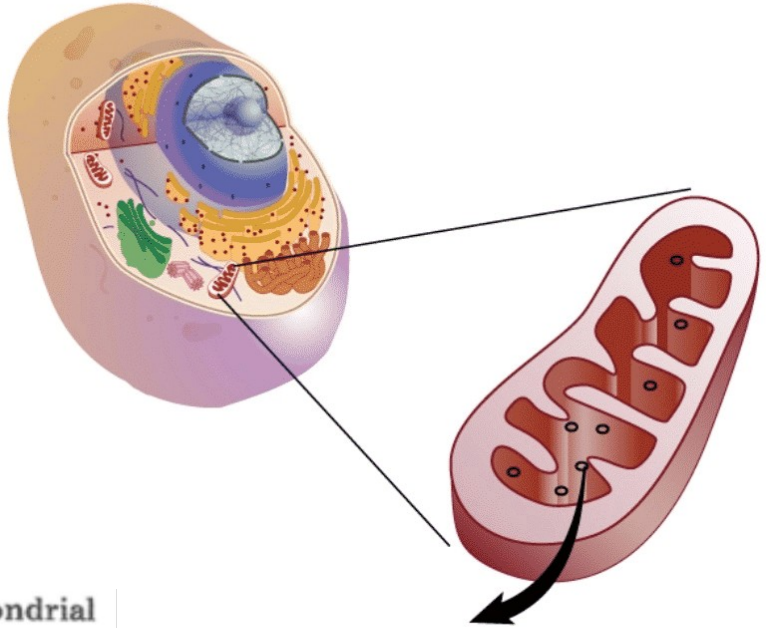
Citoplasma y mesosomas.

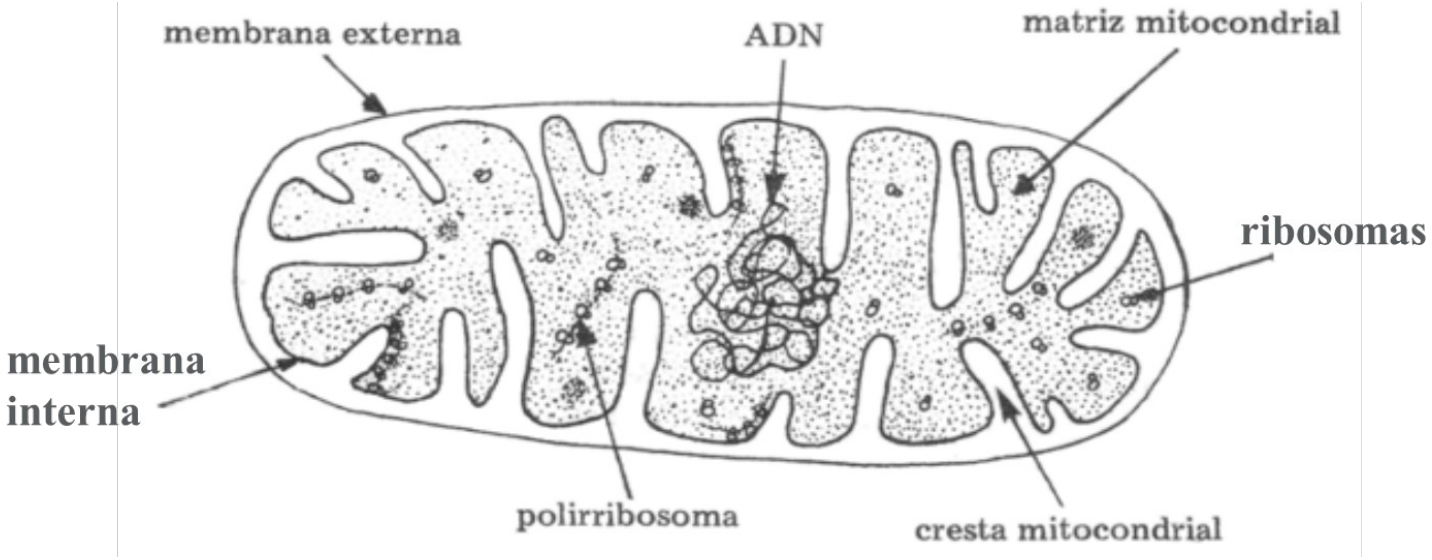


Trilce
ACADEMIA

EN LA CÉLULA EUCARIOTA

Citoplasma y mitocondria.





Trilce ACADEMIA

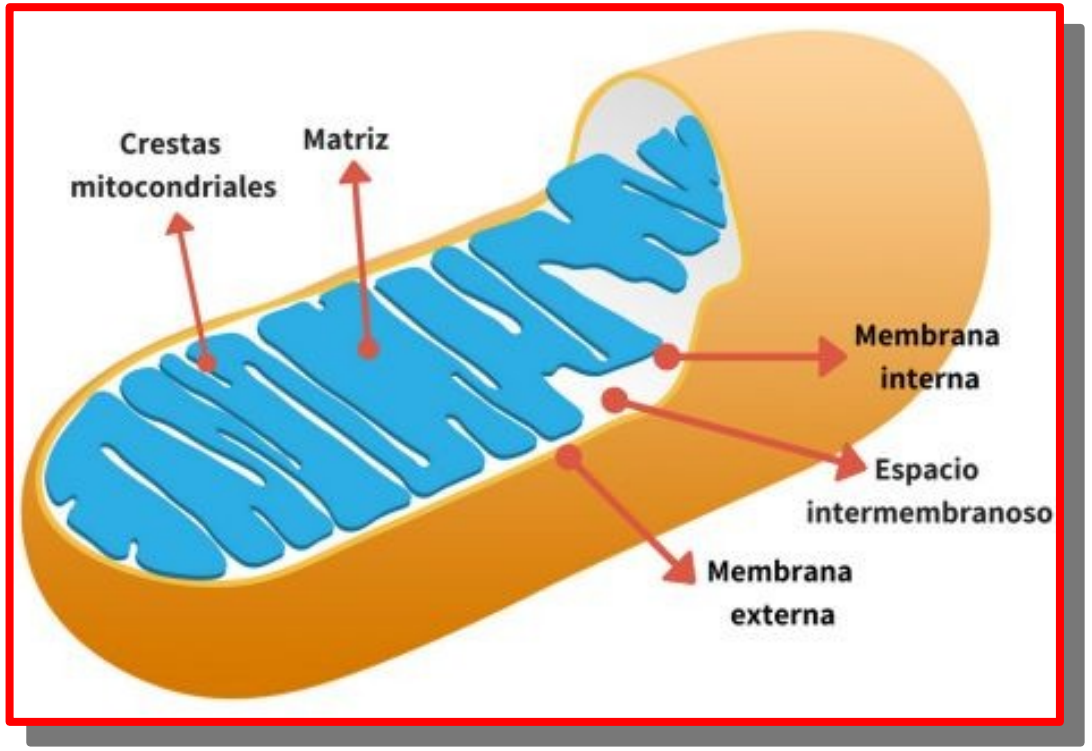
MITOCONDRIA - ESTRUCTURA

1. La membrana externa presenta **PORINAS**, permeable al NADH.

2. La membrana interna contiene a las **LANZADERAS** (complejo proteico).

- Además es impermeable al NADH.
- Presenta **evaginaciones** denominadas **CRESTAS MITOCONDRIALES** con cadena transportadora de electrones y con la partícula F para la síntesis de ATP.

3. La cámara interna o matriz mitocondrial (**MITOSOL**) contiene enzimas para la respiración aeróbica.



Trilce ACADEMIA

TIPOS DE RESPIRACIÓN

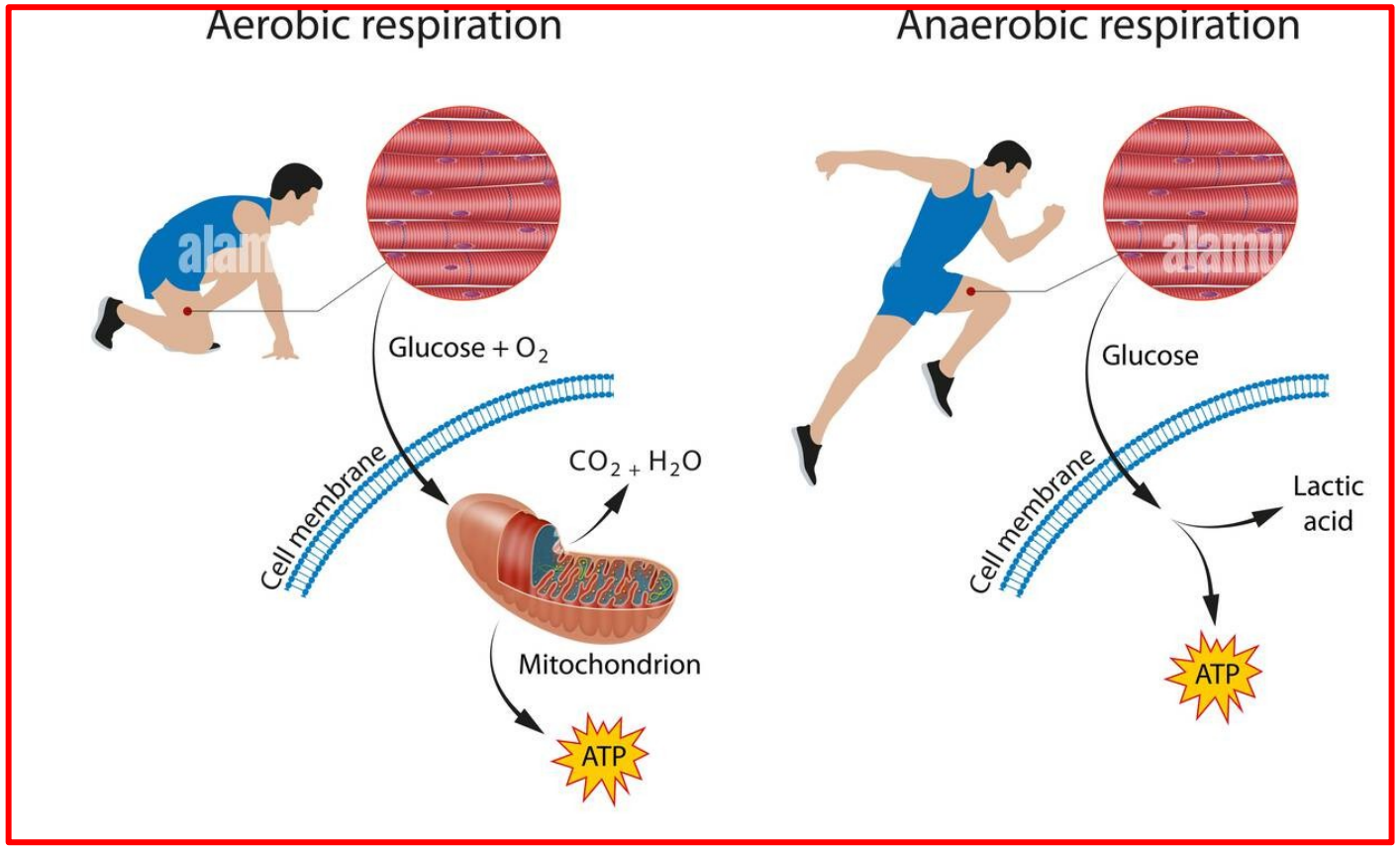
Trilce
ACADEMIA

¡Tu mejor opción!

TIPOS DE RESPIRACIÓN

1. RESPIRACIÓN AERÓBICA: el último aceptor de protones (H+) y electrones (e-) es el oxígeno (O2).

2. RESPIRACIÓN ANAERÓBICA: el último aceptor de protones y electrones no es el oxigeno.



Trilce ACADEMIA

FERMENTACIÓN

- Consiste en un **degradación incompleta de las moléculas de glucosa**.
- Produce sólo **2 ATP**.
- En la fermentación, las moléculas de NADH transfieren sus átomos de hidrógeno a las moléculas orgánicas.

Producto	**Microorganismo**
Cerveza	*Saccharomyces cerevisae*
Vino	*Saccharomyces ellipsoideus*
Pan	*Saccharomyces cerevisae*
Aceitunas	*Leuconostoc mesenteroides*
Jamones	*Aspergillus sp*
Yogurt	*Lactobacillus bulgaricus*

Trilce COLEGIO

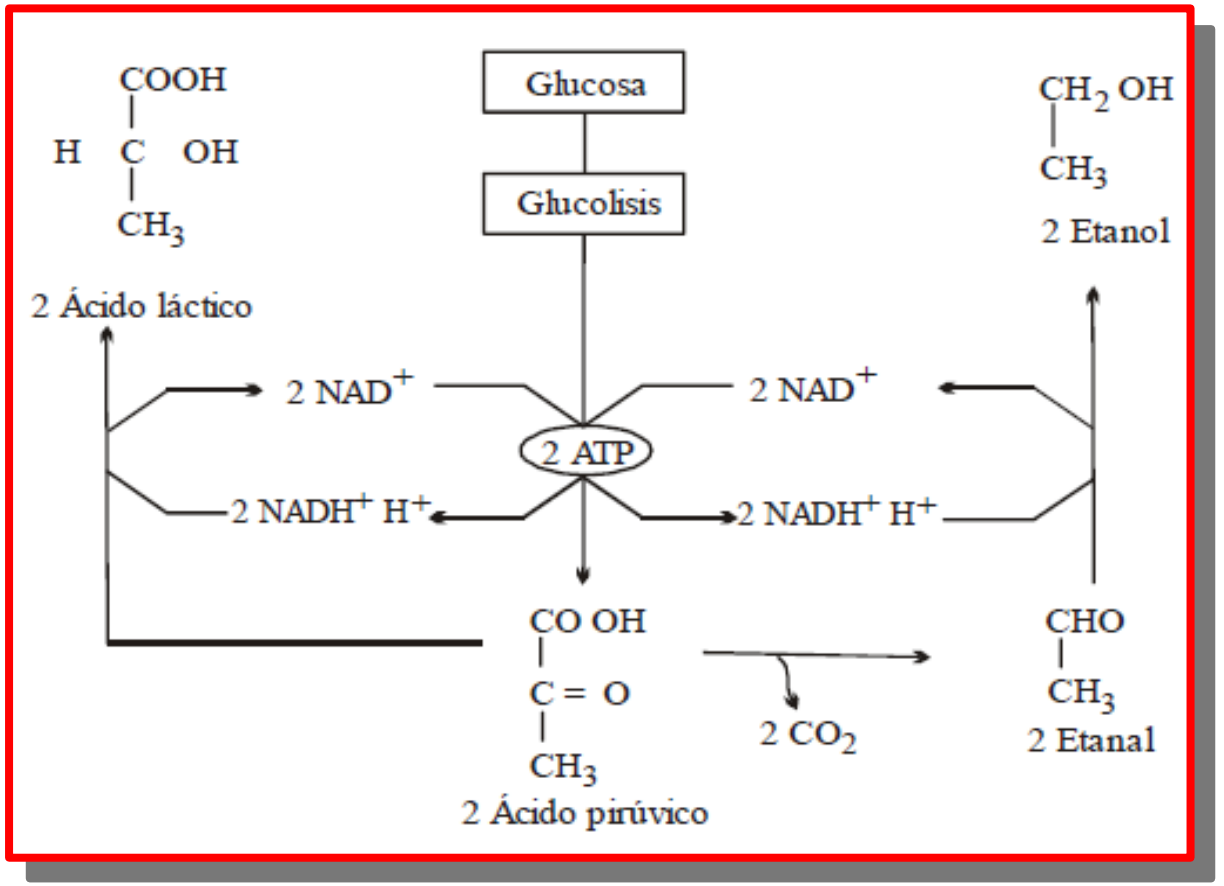
RESPIRACIÓN ANAERÓBICA

Trilce
ACADEMIA

¡Tu mejor opción!

RESPIRACIÓN ANAERÓBICA

- Es la forma más simple y primitiva en la producción de ATP.
- Se denomina anaeróbica porque no hace uso del oxígeno, aunque en el medio ambiente esté presente.
- Este tipo de respiración caracteriza a organismos como: bacterias y hongos.
- Pero puede presentarse en plantas y animales que han sido sometidos a ambientes sin oxígeno.



Trilce ACADEMIA

A. GLUCÓLISIS

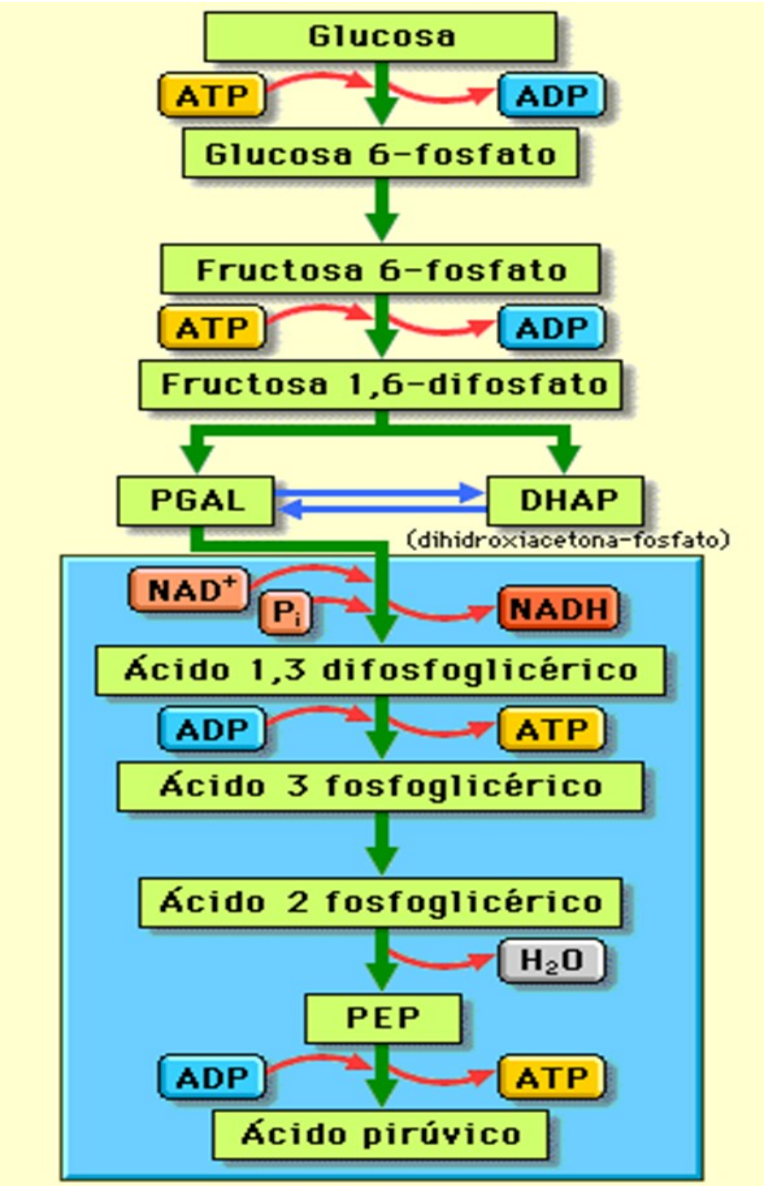
Trilce
ACADEMIA

¡Tu mejor opción!

GLUCÓLISIS

"DESTRUCCIÓN DE LA GLUCOSA"

- Es un proceso que ocurre dentro del citoplasma de la célula (citosol) y no requiere oxígeno porque es eminentemente anaeróbico.
- Tambien llamada vía de Embden – Meyerhof
- Producto final: 2 piruvatos
- Ganancia neta: 2ATP y 2NADH
- Suceden los siguientes hechos:
  - Fase en que se requiere energía
  - Fase en que se genera energía

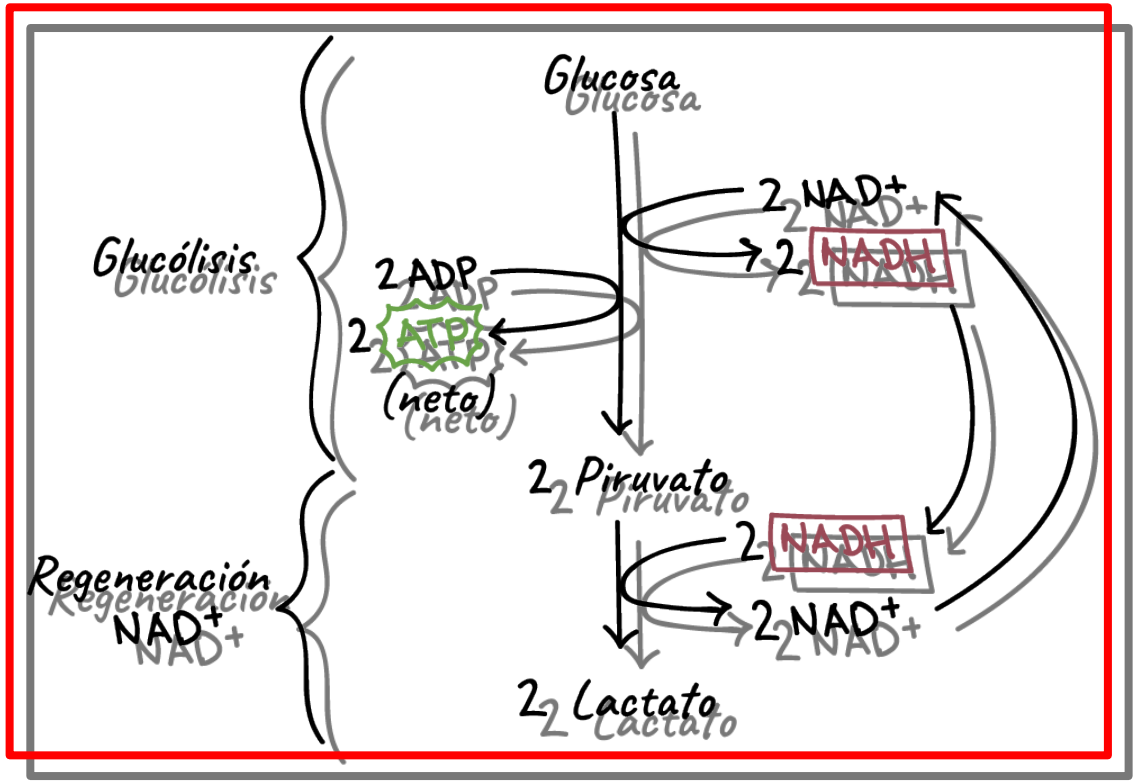


Trilce ACADEMIA

B. DESTINO DEL PIRUVATO EN AUSENCIA DE OXÍGENO

FERMENTACIÓN LÁCTICA

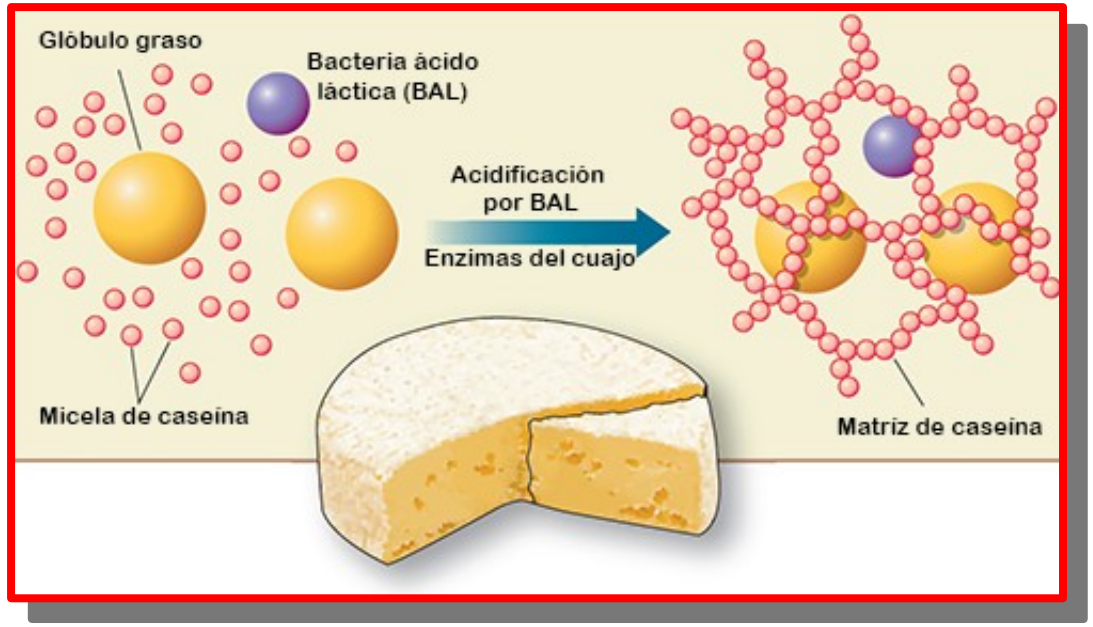
- Cuando el producto final se llama Ácido Láctico (Lactato) y cuya acumulación en los animales es responsable de la contracción muscular violenta llamado "calambre".
- El ácido láctico es el que contribuye al sabor de estos alimentos.



Trilce
ACADEMIA

FERMENTACIÓN LÁCTICA

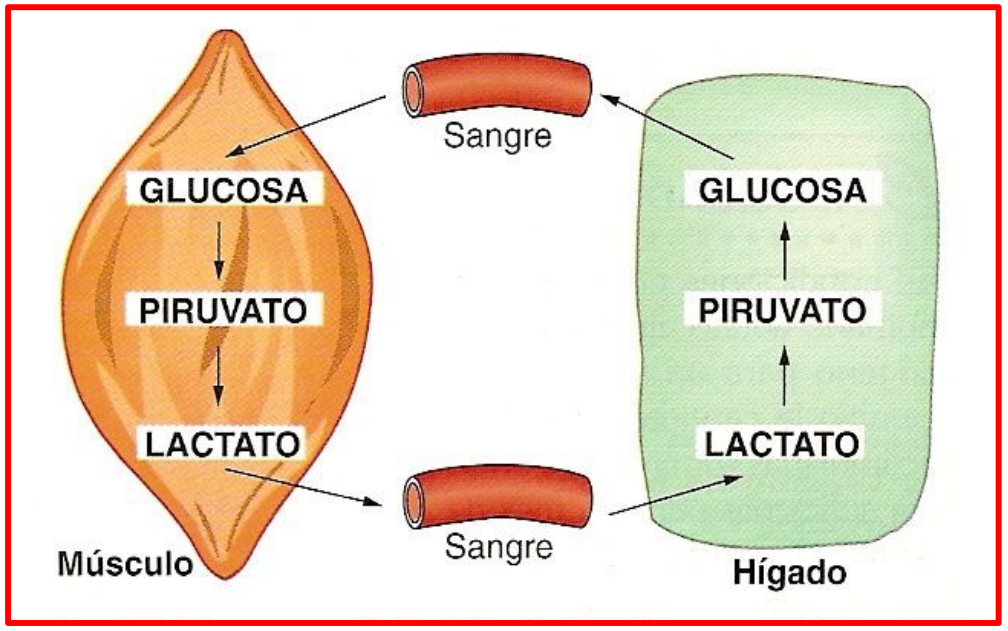
- Diversos microorganismos también utilizan la fermentación del ácido láctico, incluyendo las bacterias que producen yogurt, queso y crema ácida.



Trilce ACADEMIA

Se utiliza para la elaboración de:
-Mantequilla
-Yogurt
-Queso

Bacterias lácticas:
Streptococcus thermophilus y *Lactobacillus bulgaricus*

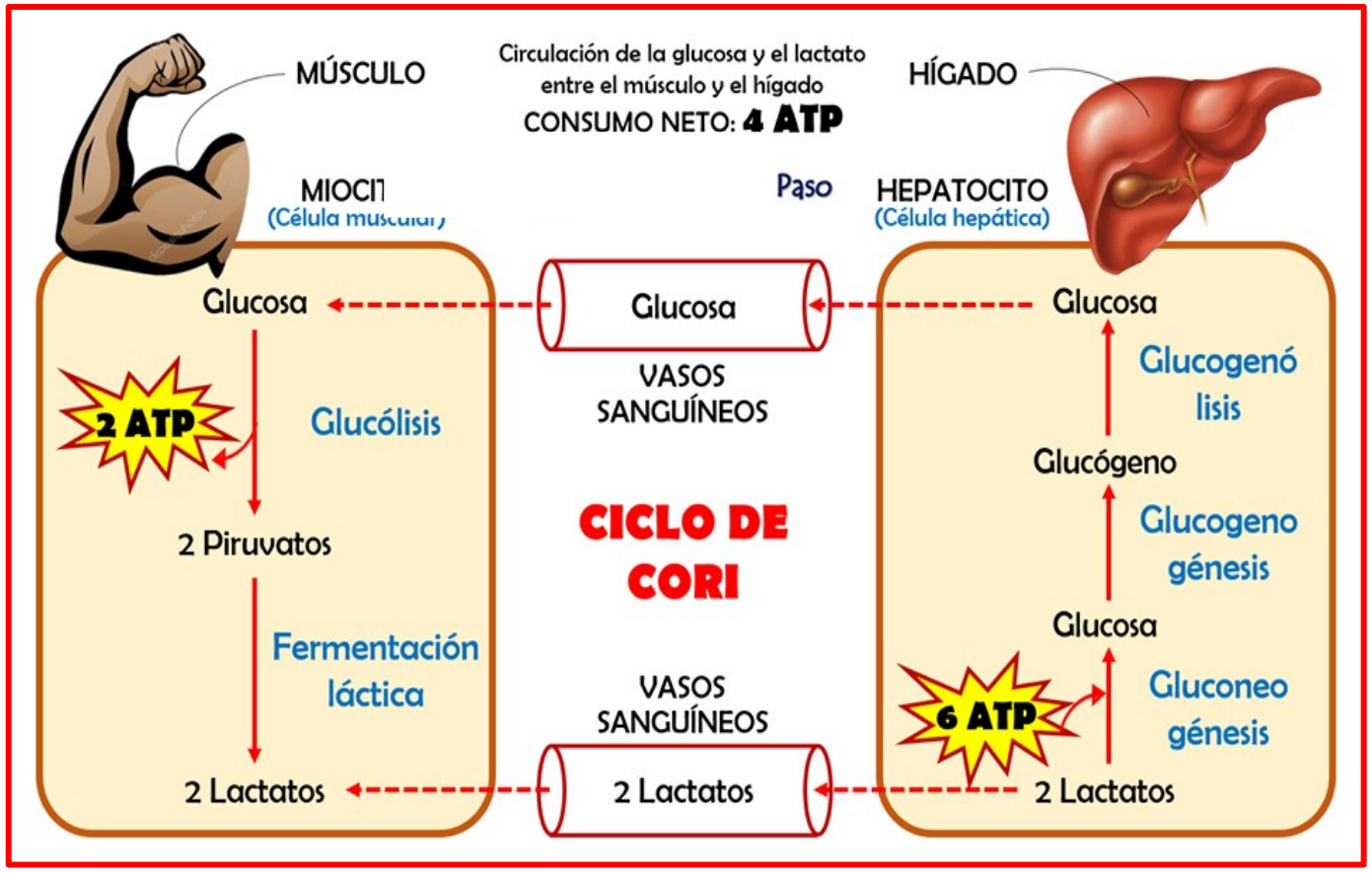


También lo realizan los músculos y eritrocitos

Trilce COLEGIO

FERMENTACIÓN LÁCTICA EN EL MÚSCULO

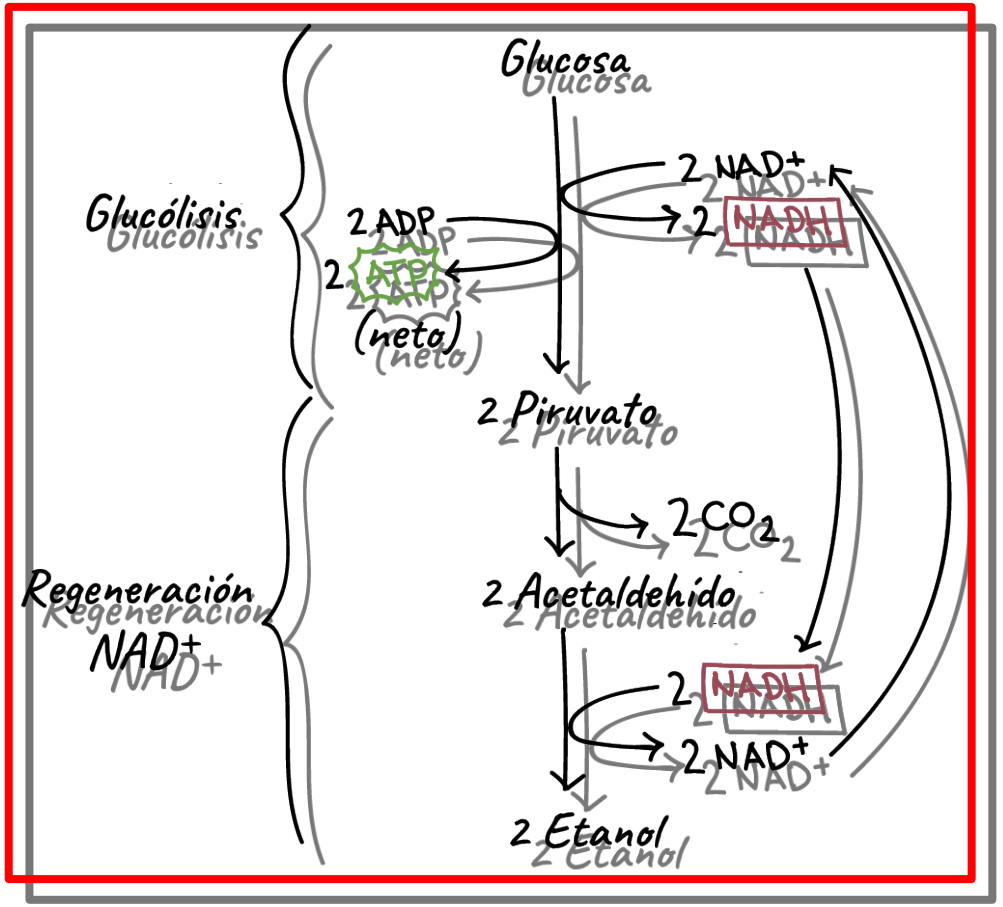
En el músculo, especialmente durante el ejercicio intenso, cuando la demanda de ATP es elevada y se ha consumido el oxigeno, la lactato deshidrogenasa (LDH) cataliza la reducción del piruvato para dar lactato, utilizando el NADH provisto por la G3P deshidrogenasa.



Trilce COLEGIO

FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

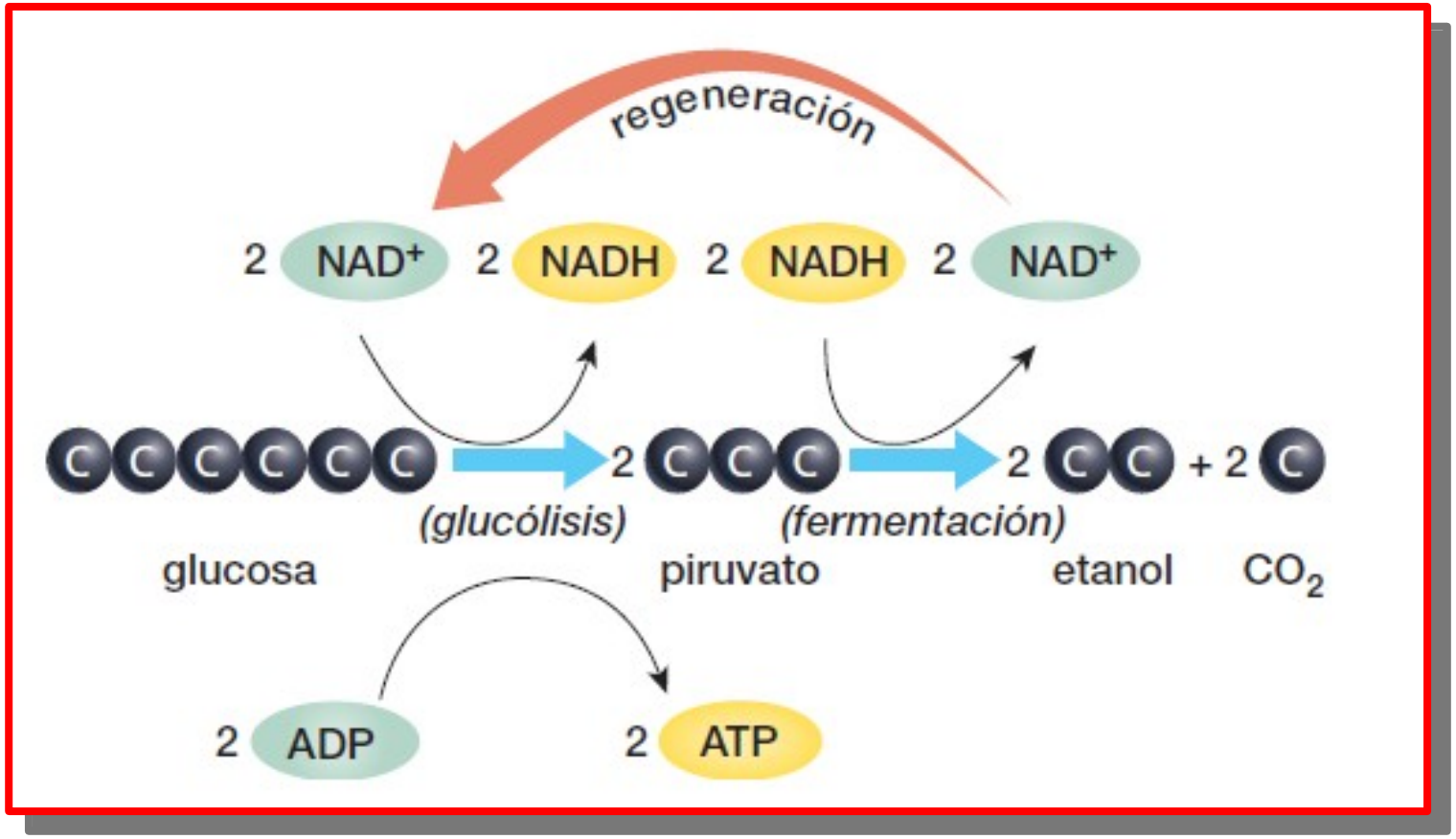
- Cuando el producto es el etanol y el anhídrido carbónico.
- Para obtener etanol a partir de piruvato, se usan dos pasos.
  - En el primer paso, al piruvato se le retira un grupo carboxilo y se libera como dióxido de carbono, con lo que se produce una molécula de dos carbonos llamada acetaldehído.
  - En el segundo paso, el NADH dona sus electrones al acetaldehído y regenera el NAD+ a la vez que genera etanol.



Trilce
ACADEMIA

FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

Producto final: 1 etanol más 1 CO2 (por cada pituvato) y 2 ATP netos.



FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

- Este proceso es muy usado por muchos micoorganismos, entre ellos ciertas levaduras, las cuales son empleadas en las industrias de la cerveza, ron, vino, whisky, etc.
- Por ejm : Los vinos espumosos como la champaña, son embotellados mientras los hongos

Saccharomyces cereviciae (“levadura”).

Trilce ACADEMIA

RESPIRACIÓN AERÓBICA

Trilce
ACADEMIA

¡Tu mejor opción!

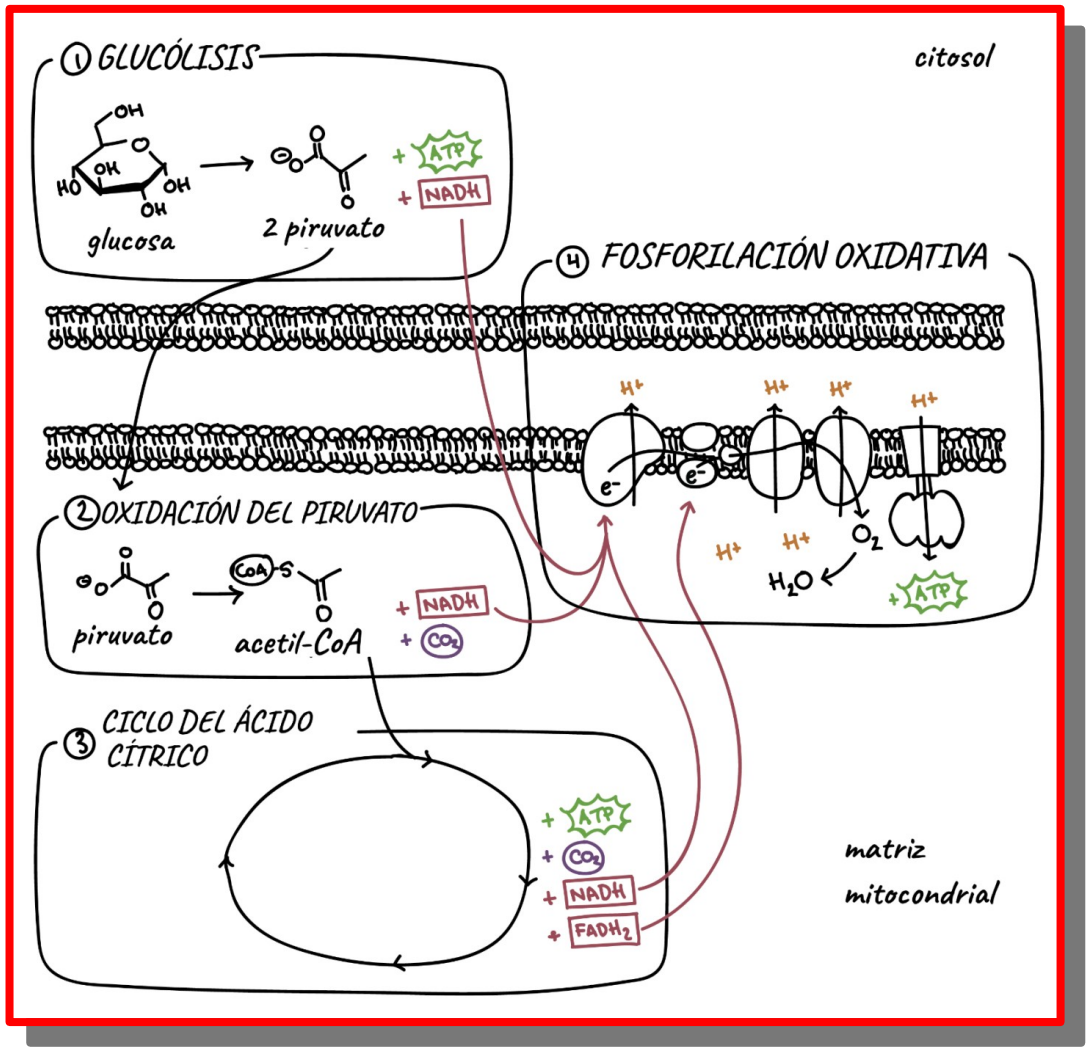
RESPIRACIÓN AERÓBICA

Utilizan oxígeno molecular (O2) durante su metabolismo, obteniendo energía (Eº) para satisfacer sus requerimientos energéticos en cada actividad que realice el organismo.

Se lleva a cabo en el citosol y mitocondria.

ETAPAS

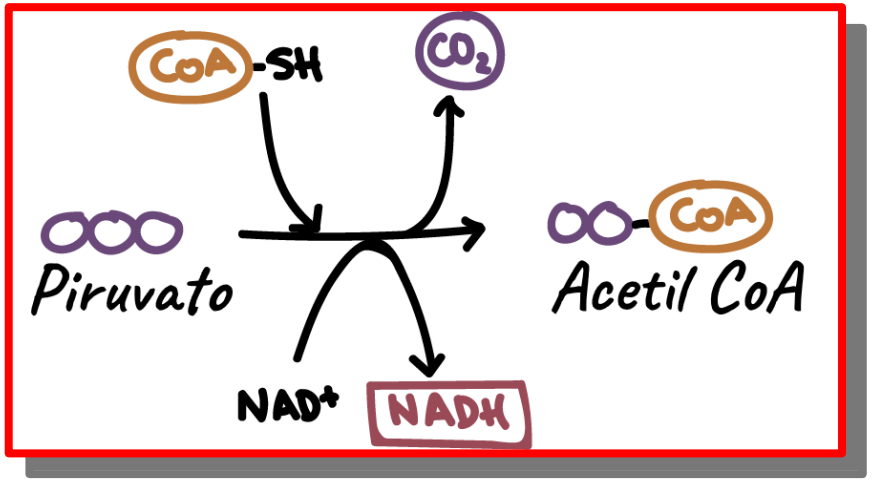
1. Glucólisis (Citosólica)
2. Oxidación del Piruvato o formación del acetil (Mitocondrial)
3. Ciclo de Krebs (Mitocondria)
4. Fosforilación oxidativa y cadena respiratoria (Mitocondria)



Trilce ACADEMIA

ACETILACIÓN (FORMACIÓN DEL ACETIL)

- Los piruvatos que se han formado en la glucólisis, ingresan a la matriz mitocondrial (mitocondria)
- Al oxidar el piruvato (formar el acetil) se va a producir una molécula de NADH (transportador de electrones) y una molécula de CO2 .
- Pero, como se han generado 2 moléculas de Ácido Pirúvico a partir de 1 molécula de glucosa, entonces, aquí, se formarán netamente:
  - 2 moléculas de 2 NADH (2 2 NADH
  - 2 moléculas de 2 CO



Trilce
ACADEMIA

CICLO DE KREBS

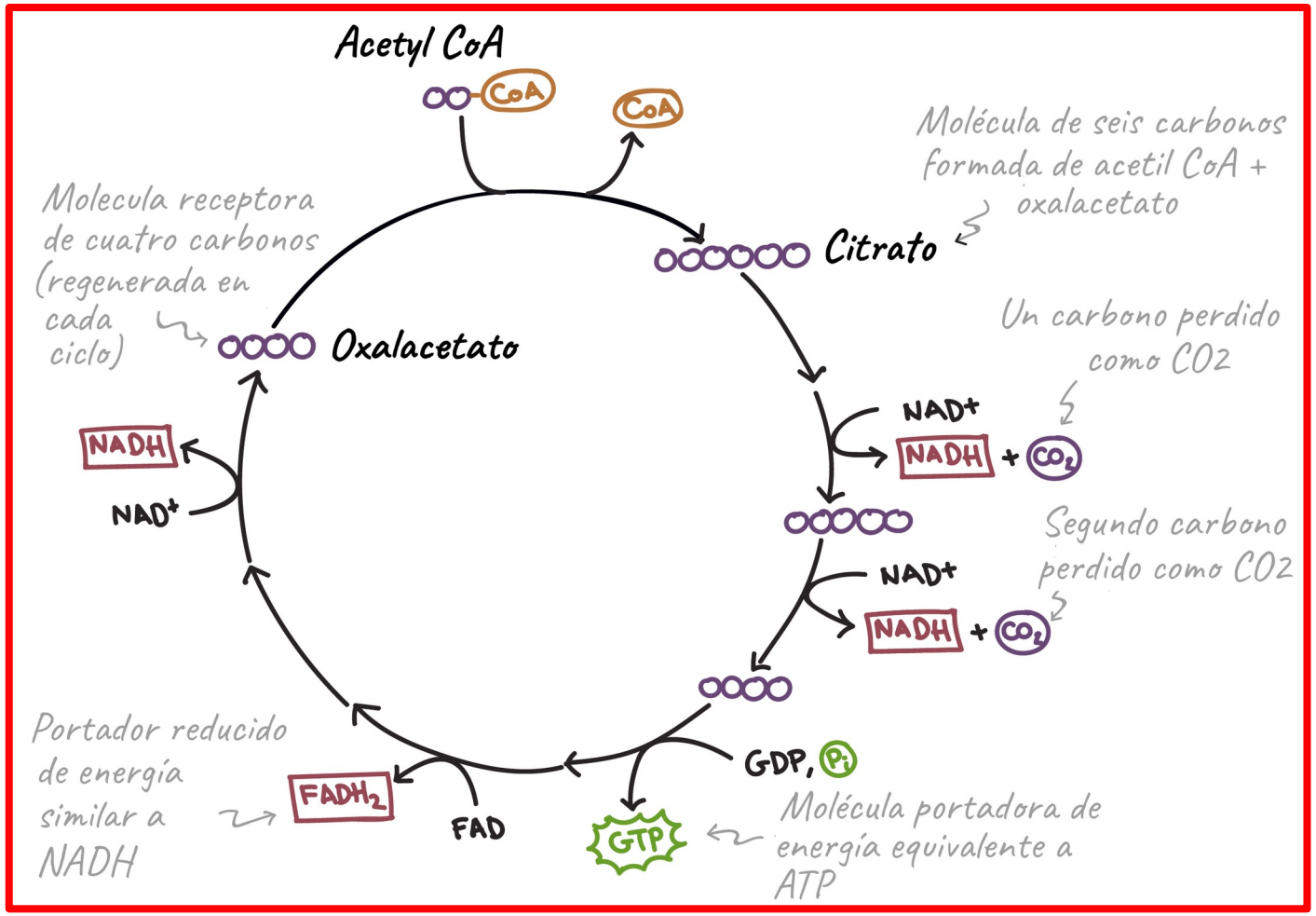
Trilce
ACADEMIA

¡Tu mejor opción!

RESUMEN DEL CICLO DE KREBS

Ganancia neta por cada piruvato:

- 1 GTP (ATP)
- 3 NADH
- 1 FADH2
- 2 CO2



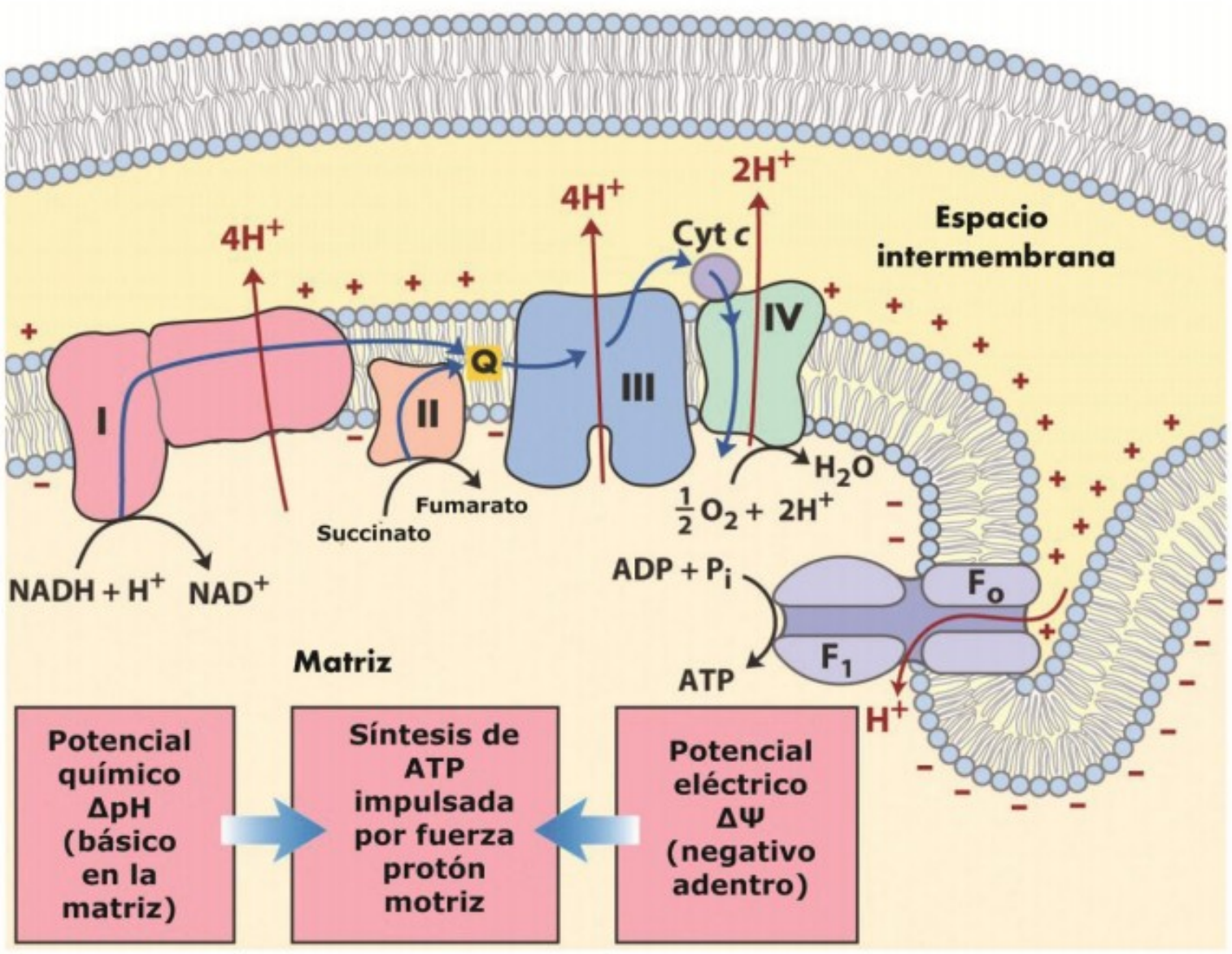
Trilce ACADEMIA

CADENA TRANSPORTADORA DE ELECTRONES

Trilce
ACADEMIA

¡Tu mejor opción!

CADENA TRASNPORTADORA DE ELECTRONES



Trilce
ACADEMIA

CADENA TRASNPORTADORA DE ELECTRONES

Ganancia neta: flujo de electrones, bomba de protones (potencial eléctrico).

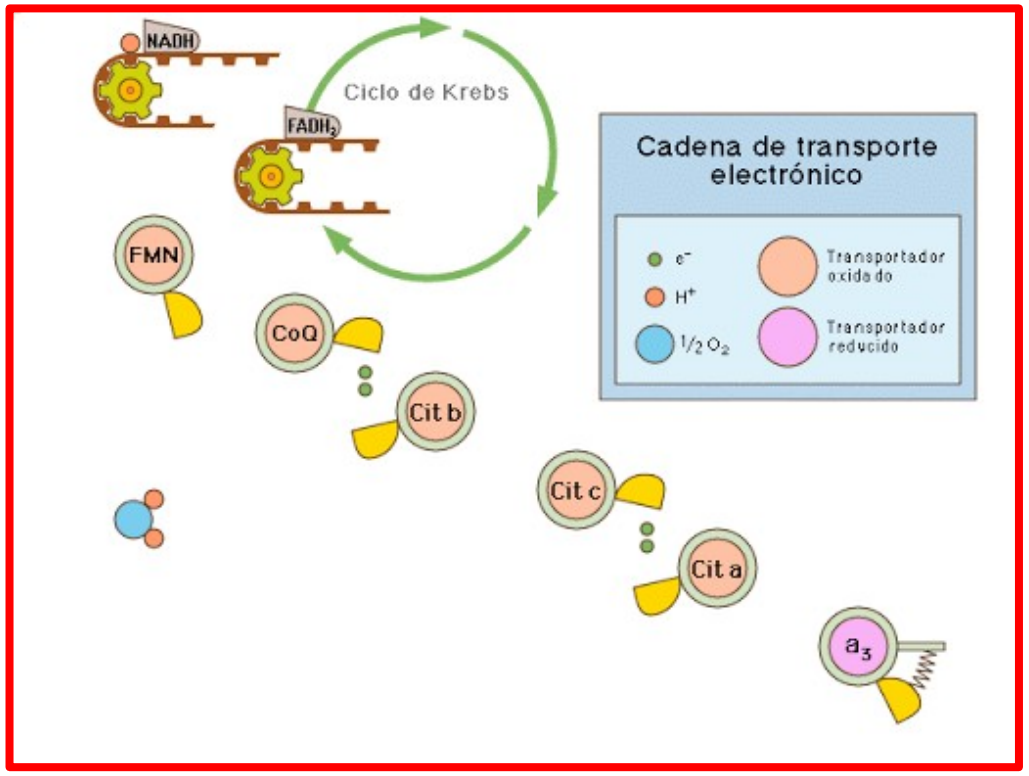
COMPLEJOS:

I: NADH deshidrogenasa (NADH-Q reductasa).

II: Succinato deshidrogenasa.

III: Citocromo C reductasa (citocromo bc1).

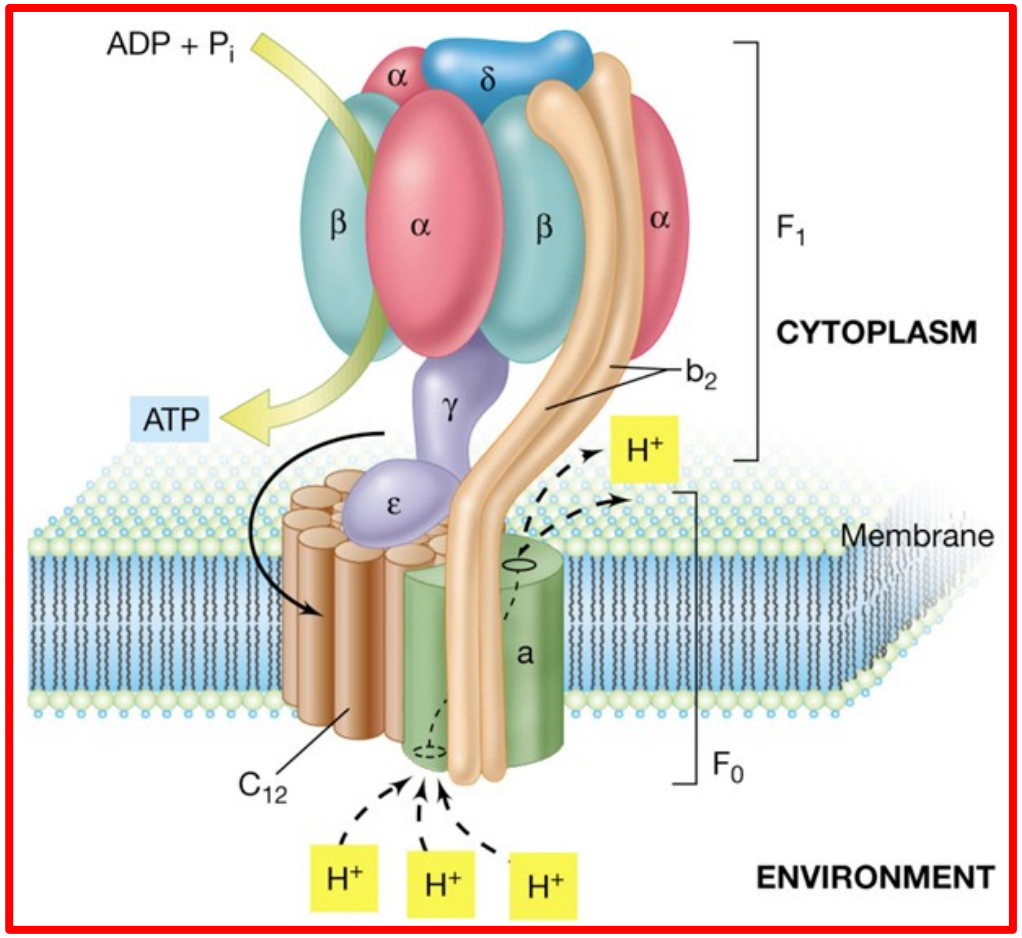
IV: Citocromo a1a3 oxidasa.



Trilce ACADEMIA

FOSFORILACIÓN OXIDATIVA

- Ganancia neta: 28, 32, 36 ATP y H2O.



1NADH = 3ATP
1FADH2 = 2ATP

Trilce ACADEMIA

SISTEMA DE LANZADERAS

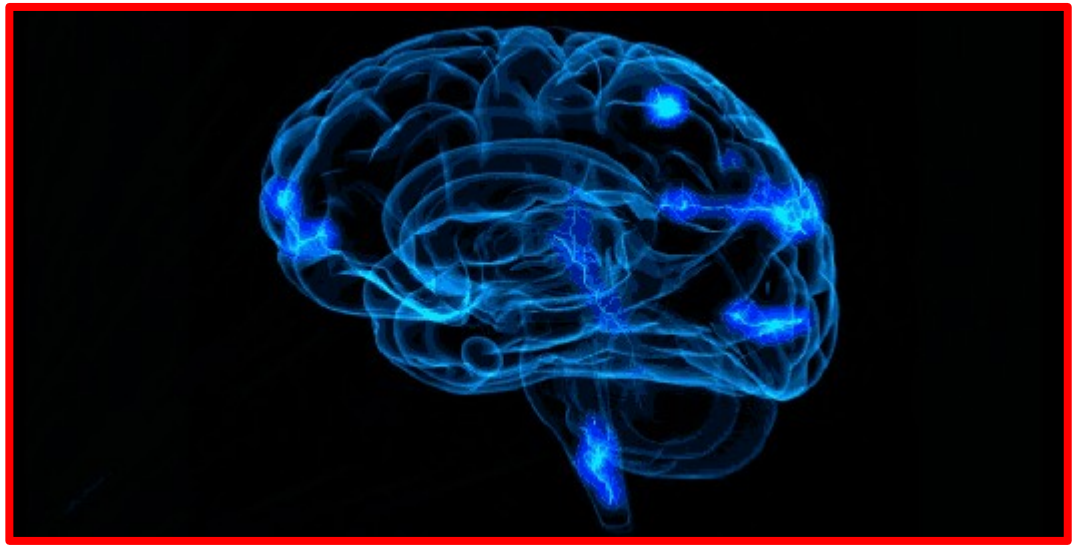
Trilce
ACADEMIA

¡Tu mejor opción!

SISTEMA DE LANZADERAS

- Son complejos proteicos ubicados en la membrana interna mitocondrial.
- Su función es transportar NADH2 citosólico hacia la matriz mitocondrial.

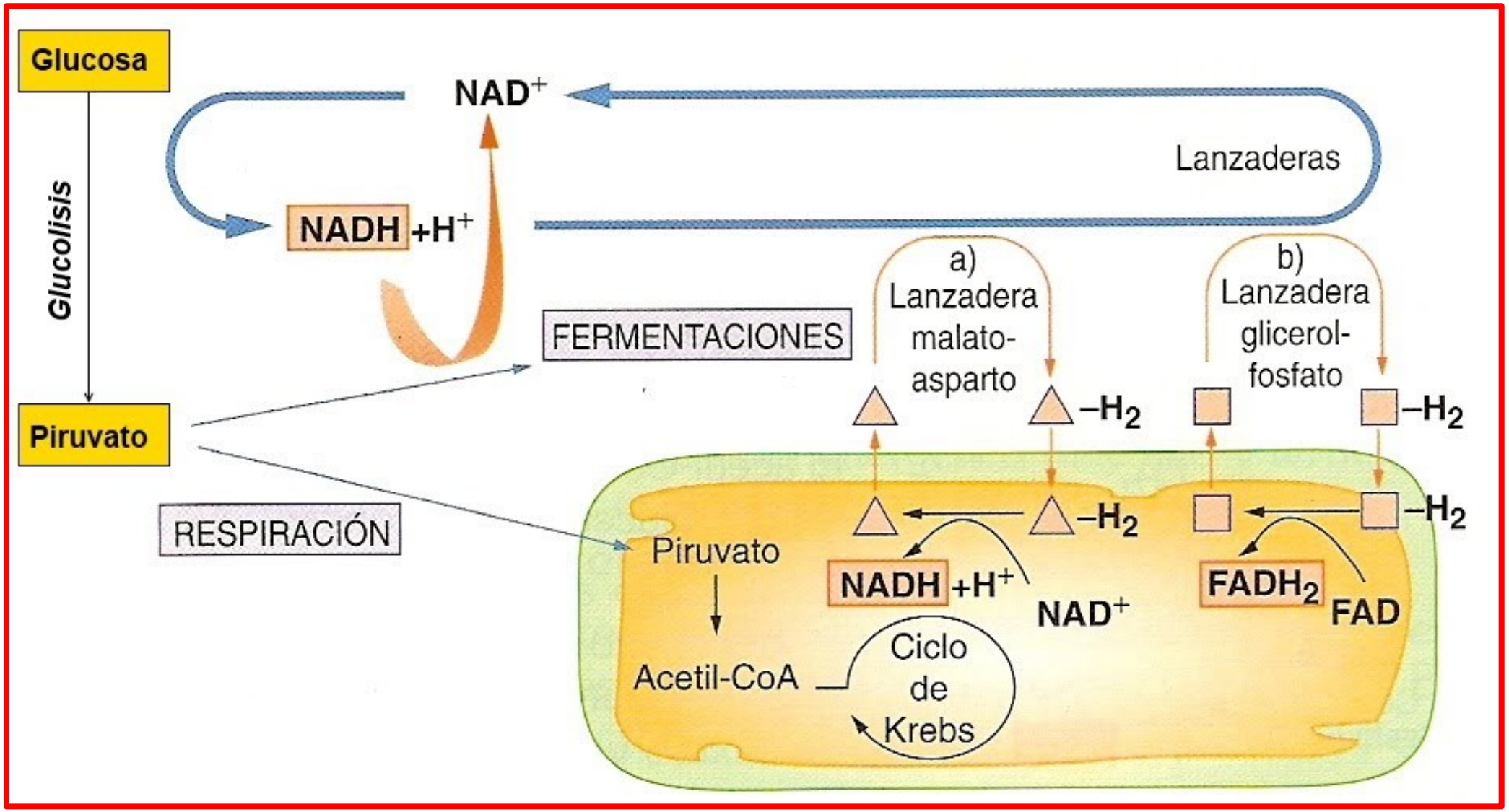
- Lanzadera MALATO ASPARTATO:
  - NADH → NADH
  - (corazón, hígado)



- Lanzadera GLICEROL FOSFATO:
  - NADH → FADH2
  - (músculo, cerebro)

Trilce ACADEMIA

SISTEMA DE LANZADERAS



Trilce
ACADEMIA

BALANCE ENERGÉTICO

Trilce
ACADEMIA

¡Tu mejor opción!

BALANCE ENERGÉTICO

Rendimiento energético máximo, obtenido por oxidación completa de la glucosa

Proceso		Producción de moléculas en: Citosol	Matriz mitocondrial	Transporte electrónico	
Glucólisis		2 ATP 2 NADH		según lanzadera 4 ó 6 ATP	2 ATP 4 ó 6 ATP
Fase aerobia de la respiración	Ácido pirúvico a acetil-CoA		2 × (1 NADH)	2 × (3 ATP)	6 ATP
	Ciclo de Krebs		2 × (1 ATP) 2 × (3 NADH) 2 × (1 $FADH_2$)	 2 × (9 ATP) 2 × (2 ATP)	2 ATP 18 ATP 4 ATP
				TOTAL:	36/38 ATP

Trilce ACADEMIA

Trilce

ACADEMIA

MEJOR PREPARACIÓN A MENOR PRECIO